

VERÖFFENTLICHUNGEN DES GEOBOTANISCHEN INSTITUTES
DER EIDG. TECHN. HOCHSCHULE, STIFTUNG RÜBEL, IN ZÜRICH

40. HEFT

**Natürliche Waldgesellschaften
und Waldstandorte
der Umgebung von Zürich**

von NINO KUHN

1967

Sonat Agosti
Unter

Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Rübel, Zürich, 40. Heft

Natürliche Waldgesellschaften und Waldstandorte der Umgebung von Zürich

von NINO KUHN

Aus dem Geobotanischen Institut der ETH, Stiftung Rübel,
und der Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen

1967

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Vorwort | 5 |
| I. Einleitung | 6 |
| A. Die Vegetation der Umgebung von Zürich im Wandel der Auffassungen | 6 |
| B. Methodik der Untersuchungen | 8 |
| II. Vegetationseinheiten und Standorte des Lehrwaldes Albisriederberg der ETH | 14 |
| A. Überblick über die Vegetationsgliederung | 14 |
| B. Überblick über die Bodenformen | 19 |
| C. Vegetationseinheiten und Standorte ebener oder wenig geneigter Lagen | 26 |
| α) Buchenreiche Laubmischwälder | 26 |
| 1. Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge | 26 |
| 2. Typischer Traubeneichen-Buchenwald | 28 |
| 3. Frischer Buchenmischwald | 29 |
| β) Buchenarme bis -freie Laubmischwälder | 31 |
| 4. Stieleichen-Hagebuchenwald | 31 |
| 5. Ahorn-Eschenwald | 34 |
| 6. Eschen-Erlenwald | 35 |
| 7. Quellsumpf | 35 |
| D. Vegetationseinheiten und Standorte der Steilhänge | 37 |
| α) Föhrenreiche Wälder | 37 |
| a. Pfeifengras-Hangföhrenwald | 37 |
| b. Buchen-Hangföhrenwald | 38 |
| β) Laubmischwälder | 38 |
| c. Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras | 38 |
| d. Typischer Mehlbeeren-Hangbuchenwald | 40 |
| e. Frischer Hangbuchenmischwald | 40 |
| f. Hang-Ahorn-Eschenwald | 41 |
| g. Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm | 42 |
| E. Künstliche Nadelwaldbestände | 43 |
| III. Die heutige potentielle natürliche Vegetation in der Umgebung von Zürich | 53 |
| A. Einführung | 53 |
| B. Vegetationseinheiten auf der Übersichtskarte der potentiellen natürlichen Vegetation | 54 |
| 1) Föhrenwälder | 54 |
| 2) Föhren-Buchenwälder | 55 |
| 3) Buchen-Steilhangwälder | 55 |
| 4) Buchenmischwälder | 55 |
| 5) Bodenfeuchte Laubmischwälder | 58 |
| 6) Ahorn-Eschenwälder | 59 |
| 7) Ahorn-Eschen-Steilhangwälder | 59 |
| 8) «Bruchwälder» | 60 |
| 9) Flußauenkomplex | 60 |
| 10) Schluchtwaldkomplex und bachbegleitende Erlenwälder | 60 |
| IV. Die natürliche Höhenstufung der Vegetation in der Umgebung von Zürich | 62 |
| A. Einführung und Untersuchungsmethoden | 62 |
| B. Interpretation der Wuchsklimakarte | 73 |
| C. Zum Klimaxproblem in der Umgebung von Zürich | 75 |
| V. Waldbauliche Anwendung der Ergebnisse | 77 |
| VI. Zusammenfassung | 80 |
| VII. Literaturverzeichnis | 82 |

Vorwort

Während meiner Assistententätigkeit am Geobotanischen Institut an der ETH hat mich dessen Direktor, Herr Prof. Dr. H. ELLENBERG (ab 1. 3. 1966 Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität Göttingen) in die Probleme und die Arbeitsweise der Vegetationskunde eingeführt. Auf seine Anregung und unter seiner Leitung durfte ich die vorliegende Arbeit ausführen. Für seine mir immer wieder zuteil gewordene Hilfe gebührt ihm mein herzlichster Dank.

Dankbar bin ich auch Herrn Prof. Dr. F. RICHARD (ETH Zürich), von dem ich bei der Aufnahme von Bodenprofilen und in bodenkundlichen Fragen tatkräftige Unterstützung erfuhr, Herrn Dr. F. KLÖTZLI, mit dem ich über systematische Probleme diskutieren durfte, Herrn Dr. R. J. C. LEÓN (Buenos Aires), der mir bei den phänologischen Kartierungen in den Jahren 1964/65 behilflich war, und Herrn Prof. Dr. H. LEIBUNDGUT (Vorsteher des Instituts für Waldbau der ETH), der meine Untersuchungen stets mit großem Interesse verfolgte und beim Schweizerischen Schulrat um einen Kredit für den Druck der Karte der potentiellen natürlichen Vegetation der Umgebung von Zürich nachsuchte. Ganz besonders möchte ich dem Kuratorium des Zentenarfonds, namentlich Herrn Schulratspräsident Dr. J. BURCKHARDT, für den Druckkostenbeitrag an diese Karte danken.

I. Einleitung

A. Die Vegetation der Umgebung von Zürich im Wandel der Auffassungen

Die Umgebung von Zürich bildet einen Teil des schweizerischen Mittellandes im Übergangsgebiet zwischen der kollinen und der submontanen Stufe.

In einer ersten Übersicht über die natürlichen Wälder der Schweiz vertraten H. und M. BROCKMANN-JEROSCH (1910) die Auffassung, daß das natürliche Waldbild des schweizerischen Mittellandes in erster Linie durch die Buche geprägt wäre. Von der Eiche schrieben sie, daß keine starke Beteiligung an natürlichen Wäldern, geschweige denn reine Eichenwälder zu erwarten seien.

Entgegen dieser Auffassung nahm BRAUN-BLANQUET (1932) als natürliche Endglieder der Vegetationsentwicklung im schweizerischen Mittelland Eichen-Birkenwälder an. Auf den noch nicht podsolierten Böden dieses Gebietes herrschen seiner Ansicht nach Eichen-Hagebuchenwälder. Diese wurden von ETTER (1943) soziologisch und standörtlich gegliedert.

LÜDI (1935) wies darauf hin, daß der von BRAUN-BLANQUET als Klimax des Mittellandes angesehene Eichen-Birkenwald nur an eng begrenzten Sonderstandorten vorkommt und daß die Eichen-Birkenwälder wie auch die Eichen-Hainbuchenwälder in der Mehrzahl der Fälle ihre Entstehung der Bewirtschaftung als Mittelwald verdanken. STAMM (1938) beschrieb die Eichen-Hainbuchenwälder der Nordostschweiz im Bewußtsein, daß es sich dabei um Kunstprodukte handelt. SCHMID (1944) ordnete die Wälder des Mittellandes mit wenigen Ausnahmen seinem Buchen-Tannengürtel zu, ging also wieder mit BROCKMANN-JEROSCH einig.

Eine umfassende Übersicht über die Eichen-Hainbuchenwaldfrage sowie über die Waldvegetation Mitteleuropas überhaupt und die Auffassungen in der pflanzensoziologischen Systematik gibt ELLENBERG (1963). Danach entscheiden klimatische Faktoren über die Vertretung der Eiche und der Buche im Klimaxwald der planaren, kollinen und submontanen Stufe Mitteleuropas. Das Areal der Buche wird durch kontinentales Klima mit sehr hohen Sommertemperaturen und geringen Niederschlägen begrenzt, so daß im kontinentalen Osten Europas, aber auch in manchen Gegenden Mitteleuropas mit ähnlichen klimatischen Verhältnissen, die Eiche (Stiel- und Traubeneiche) die herrschende Baumart ist. Im subozeanischen Klima der Umgebung von Zürich wird die Klimaxvegetation jedoch in den meisten Fällen von der Buche beherrscht. Nur an vereinzelt, besonders warmen und weniger niederschlagsreichen Stellen sowie auf sehr trockenen oder anderseits grund- oder stauwasserbeeinflussten Böden tritt sie

zurück. Aus ähnlicher Auffassung heraus hat SCHMID (1944) in den sehr warmen Lagen der Zürcher Umgebung den Eichen-Linden-Ahorn-Laubmischwaldgürtel kartiert.

Ungefähr gleichzeitig mit der Rückkehr zu der älteren Auffassung in der Buchenfrage hat sich eine Wandlung in der pflanzensoziologischen Systematik vollzogen. Besonders in den letzten zehn Jahren ist es durch das Studium einzelner Gesellschaften in ihrem gesamten Verbreitungsgebiet fraglich geworden, ob man die unteren soziologischen Einheiten noch mit Hilfe von Charakterarten kennzeichnen kann. Die Assoziationen werden heute in erster Linie durch die Kombination von Differentialartengruppen unterschieden (ELLENBERG 1956, 1963). SCAMONI und PASSARGE (1959) schlugen sogar vor, die Charakterarten auch bei höheren Einheiten (Verbände, Ordnungen, Klassen) fallenzulassen und sie nur mit der Kombination bestimmter «soziologischer Artengruppen» zu definieren.

Nachdem sich manche Auffassungen in der Vegetationskunde in letzter Zeit geändert haben, war der Wunsch groß, die neuesten Erkenntnisse auch in der Schweiz an einem Beispiel zu überprüfen und darzustellen. Dabei bot sich der naheliegende Lehrwald Albisriederberg der ETH an, und zwar deshalb, weil er einerseits wie kaum ein anderer Waldkomplex auf kleiner Fläche viele Waldgesellschaften des nördlichen Mittellandes enthält und andererseits, weil er ein Forschungsobjekt verschiedener forst- und naturwissenschaftlicher Disziplinen und darüber hinaus ein Demonstrationsobjekt für Studenten der nahegelegenen ETH Zürich darstellt.

Die Waldgesellschaften des Lehrwaldes werden hier aufgrund zahlreicher Vegetationsaufnahmen durch tabellarischen Vergleich gegliedert. Da noch keine endgültige Rangstufung möglich ist, werden sie hier vorläufig mit deutschen Namen belegt. Diese lokalen Einheiten lassen sich recht gut durch die Kombination von Differentialartengruppen kennzeichnen und mit deren Hilfe auch großmaßstäbig kartieren. Die Vegetationskarte kann standortkundlich ausgewertet werden, nachdem die einzelnen Gesellschaften anhand ihrer Differentialartengruppen und mit Hilfe von Untersuchungen des Bodens und des Klimas ökologisch interpretiert wurden. Sie vermag dem Waldbauer als planerisches Hilfsmittel für Baumartenwahl, Schätzung von Ertragserwartungen usw. zu dienen.

Es blieb allerdings zu bezweifeln, ob ein derart vielgestaltiges und kaum 200 ha großes Gebiet für weitere Teile des schweizerischen Mittellandes repräsentativ genug sei. Deshalb wurde der Kartierungsschlüssel des Lehrwaldes in den angrenzenden Gebieten erprobt und, nachdem er sich bewährt hatte, auf die ganze Umgebung Zürichs angewendet. Da es hierbei nur auf einen Überblick ankam, wurden verschiedene Gesellschaften zu zweckmäßigen Kartierungseinheiten zusammengefaßt. Vor allem wurden die von der Buche beherrschten Waldgesellschaften gemeinsam ausgeschieden, um deren Bedeutung in der Landschaft hervorzuheben. Bei dieser Übersichtskartierung wurden auch die heute waldfreien Flächen berücksichtigt, indem für entsprechende Grünlandgesellschaften und Äcker die potentielle natürliche Waldvegetation ermittelt wurde (TÜXEN 1956).

In diesem verhältnismäßig großen und bewegten Raum mußte man freilich auch nach der natürlichen Höhenstufung der Vegetation fragen. Nach BROCKMANN-JEROSCH (1910) soll sich ab 600–800 m Meereshöhe die Tendenz zu einem natürlichen Tannen-Buchenwald abzeichnen. ETTER (1947a) versucht, die Buchenwälder der montanen Stufe von den Eichen-Hainbuchenwäldern der kollinen Stufe mittels Charakterarten abzutrennen. Er nimmt dazu auch die von LÜDI (1920, 1930) und BRAUN-BLANQUET (1928) entwickelte Sukzessions- und Klimaxtheorie zu Hilfe, die indessen heute in manchen Punkten nicht mehr haltbar ist (ELLENBERG 1956). Die Eichen-Hainbuchenwälder des schweizerischen Mittellandes verdanken ihre Existenz weitgehend anthropogenem Einfluß. In den entsprechenden buchenbeherrschten Naturwäldern kommen sämtliche Pflanzen, die als «Charakterarten» der Eichen-Hainbuchenwälder galten, ebenfalls vor, so daß sie für die Gliederung von Höhenstufen dahinfallen.

Wie KUHN (1962) nachwies, läßt der Waldunterwuchs in naturnahen Buchenwäldern im Untersuchungsgebiet keine Höhenstufung erkennen. Die Baumarten können noch weniger zur Abgrenzung von Höhenstufen verwendet werden, weil die Zusammensetzung der Baumschicht durch den wirtschaftenden Menschen zu stark verändert worden ist.

Die Höhenstufung macht sich aber in Naturwäldern gerade in der Baumartenzusammensetzung bemerkbar. Die Ursache liegt in der Änderung klimatischer Faktoren, vor allem der Temperatur. Um feinste Wärmeabstufungen kartieren zu können, wurden phänologische Zustandsstufen aufgenommen. Damit erfaßt man zwar nur relative Wärmestufen, kann aber eine «Wuchsklimakarte» im Sinne von ELLENBERG (1954, 1954a, 1965) herstellen, und aus dieser läßt sich die natürliche Höhenstufung der Vegetation ableiten.

B. Methodik der Untersuchungen

Für die Vegetationsanalyse diente in der vorliegenden Arbeit das Aufnahmeverfahren von BRAUN-BLANQUET (1928), wobei hier allerdings nur die «Artmächtigkeit» verwendet wurde. Die Soziabilität wurde aus den von ELLENBERG (1956) angegebenen Gründen weggelassen. Die für «sehr selten» vorkommende Arten gebrauchte Mengenangabe «r» wurde nicht benutzt, da sie für keine der vorhandenen Arten wirklich zutrifft¹.

Die rund 200 zur Verfügung stehenden Vegetationsaufnahmen verschiedener Autoren – je etwa 100 von den wenig geneigten Moränenstandorten und den Molassesteilhängen – wurden nach der von ELLENBERG (1956) beschriebenen

¹ Benennung der Pflanzen:

- Blütenpflanzen und Gefäßkryptogamen nach BINZ und BECHERER (1966). Ausnahmen: *Sesleria varia*, *Molinia arundinacea* (= *litoralis*), *Pulmonaria obscura* und *Dryopteris spinulosa* (*D. austriaca* ssp. *spinulosa*) nach OBERDORFER (1962).
- Moose nach BERTSCH (1959).

Methode einem tabellarischen Vergleich unterzogen. Das Ergebnis dieser statistischen Verarbeitung ist in den Tabellen 1 und 2 (Anhang) zusammengestellt, die jedoch nur Auszüge aus dem umfangreicheren Material darbieten. Um zu zeigen, daß die Auswahl der publizierten Aufnahmen nicht willkürlich war, sind in den Tabellen 3 und 4 (Anhang) die Stetigkeiten² und charakteristischen mittleren Mengen³ am gesamten Material errechnet worden.

Die gewonnenen ranglosen, lokalen Vegetationseinheiten lassen sich stets durch mehrere Differentialarten, und zwar durch die Kombination von Differentialartengruppen, unterscheiden. Diese Differentialartengruppen sind wahrscheinlich zugleich ökologische Artengruppen, doch konnte ihre Korrelation zu bestimmten Standortsfaktoren nicht nachgeprüft werden.

Die Tabellen der Vegetationseinheiten können als Bestimmungsschlüssel für die im Gelände anzutreffenden Pflanzengesellschaften dienen. Im Gelände wurden allerdings vereinfachte «Kartierungsschlüssel» benutzt (s. Tab. 7 u. 8).

Leider kommt es oft vor, daß Pflanzengesellschaften im Gelände nicht eindeutig angesprochen werden können, z.B. gelichtete Bestände, Jungwüchse, Dickungen, dichtgeschlossene Nadelholz-Reinbestände usw. Meist kann die Gesellschaftseinheit aber über Analogieschlüsse genügend genau bestimmt werden. Denn beim Kartieren lernt man die Abhängigkeit der Vegetationseinheiten von der topographischen Lage und von den Bodenverhältnissen kennen und kann in Zweifelsfällen diese Erfahrung anwenden. Für die Grenzziehung bei allmählichen Übergängen von einer Einheit zur andern war grundsätzlich das Übergewicht an Differentialarten ausschlaggebend. Die Entscheidung wird dadurch erleichtert, daß man auch das Fehlen bestimmter Differentialartengruppen berücksichtigt. So darf beispielsweise im Ahorn-Eschenwald die Buchengruppe (C, Tab. 1) nicht mehr vorhanden sein.

Für jede der ausgeschiedenen Pflanzengesellschaften wurde mindestens ein Bodenprofil geöffnet und im Gelände makromorphologisch untersucht. Außerdem wurden pH-Messungen mit dem Hellige-Peha-Meter und qualitative Karbonat-Proben mit Salzsäure vorgenommen. Die Ergebnisse dieser Profilaufnahmen sind aus den Abbildungen 1 und 2 (Anhang) ersichtlich. Es handelt sich dabei um Darstellungen reeller Einzelprofile. Da man aus diesen nicht die Variationsbreite der Bodenformen innerhalb einer und derselben Vegetationseinheit erfährt, wurden für den frischen Buchenmischwald als Beispiel mehrere Einzelprofile beschrieben. Ort und Lage der aufgenommenen Bodenprofile gehen aus Tabelle 6 hervor. Die Merkmale, nach denen die Böden charakterisiert wurden, sind in der Legende zu den Abbildungen 1 und 2 übersichtlich dargestellt. Die verwendeten Symbole sind im wesentlichen die in der Schweiz üblichen (RICHARD 1950).

² s. ELLENBERG (1956), S. 60, mit Ausnahme von $0 = < 5\%$.

³ s. KUOCH (1954), S. 136.

Tab. 6 Ort und Lage der aufgenommenen Bodenprofile (Abb. 1 u. 2)

| Profil | | Koordinaten | Exposition | Neigung % | Höhe ü.M. |
|--------|-----|------------------|------------|--------------|-----------|
| Ges. | Nr. | | | | |
| 1 | 12 | 679.15 / 246.25 | WSW | 15 | 690 |
| 2 | 13 | 679.18 / 246.33 | NNW | 30 | 690 |
| 2 | 2 | 678.25 / 247.03 | NNE | 15 | 590 |
| 3 | 1 | 678.30 / 246.90 | NE | 5 | 600 |
| 3 | 6 | 677.95 / 246.30 | NNW | 20 | 670 |
| 3 | 14 | 679.15 / 246.50 | N | 20 | 650 |
| 3 | 7 | 677.90 / 246.65 | SSW | 3 | 635 |
| 3 | 11 | 679.05 / 245.80 | NNE | 30 | 750 |
| 3 | 19 | 678.50 / 246.35 | NNW | 20 | 660 |
| 3 | 10 | 678.95 / 245.46 | N | 5 | 790 |
| 4 | 4 | 678.00 / 246.60 | - | - | 630 |
| 5 | 3 | 677.98 / 246.62 | - | - | 630 |
| 5 | 9 | 678.30 / 246.27 | - | - | 670 |
| 6 | 8 | 678.30 / 246.55 | - | - | 625 |
| 7 | 21 | 678.82 / 246.45 | N | 15 | 630 |
| a | } | aus DAFIS (1962) | | | |
| b | | | | | |
| c | | | | | |
| d | 17 | 679.27 / 246.45 | ENE | 100 | 740 |
| e | 15 | 679.20 / 246.50 | NE | 70 | 635 |
| e | 16 | 679.20 / 246.50 | NE | 70 | 630 |
| e | 20 | 679.65 / 245.68 | SE | 100 | 650 |
| f | 18 | 679.30 / 246.62 | NE | 30 | 550 |
| g | 22 | 679.50 / 246.55 | NE | 40 | 520 |
| g | 23 | 679.25 / 246.70 | NE | 50 | 530 |

Die Horizonte wurden wie folgt bezeichnet:

- A₀₀ unzersetzte Blatt- und Nadelstreu
- A₀ Rohhumus und Moder. Partiiell abgebaute organische Reste. (A₀) = in Taschen ausgebildet
- A₁ Mullhorizont mit mehr oder weniger hohem Humusgehalt
- A₂ humusarmer Mineralerdeverwitterungshorizont
- B Anreicherungshorizont, durch Sesquioxidaufbereitung (Rotfärbung) oder durch höheren Tongehalt und damit verbundene Strukturveränderung feststellbar
- C Verwitterndes bodenbildendes Muttergestein
- D Geologische Unterlage, die mit der eigentlichen Bodenbildung nichts zu tun hat, aber doch für die Eigenschaften des Bodens mitentscheidend sein kann
- g Gley-Horizont mit rostigen Flecken
- (g) wenig vergleyter Horizont
- R Durch Sauerstoffausschluß stark reduzierter Gley-Horizont, meist verbunden mit «Kontrastgley» (Vergleyung deutlich auf Wurzelbahnen oder Risse im grün- bis blaugrauen Boden beschränkt)
- Ca Durch Kalktuff bestimmter Horizont

Die standörtliche Interpretation der Pflanzengesellschaften erfolgt aufgrund der Bodenuntersuchungen und pH-Messungen sowie mit Hilfe des ökologischen Zeigerwertes der Differentialarten (OBERDORFER 1962, ELLENBERG 1963, ELLENBERG und Mitarbeiter, in Bearbeitung, SCHÖNHAR 1952, 1955).

Tab. 7 Kartierungsschlüssel für die naturnahen Waldgesellschaften ebener oder wenig geneigter Lagen des Lehrwaldes Albsriederberg der ETH

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
|--|--|---|--|--|---|--|--|
| A <i>Carex montana</i> <i>Lathyrus montanus</i> <i>Hieracium murorum</i> <i>Crataegus monogyna</i> <i>Sorbus aria</i> BS <i>Veronica officinalis</i> <i>Carex flacca</i> <i>Melica nutans</i> | B <i>Carex digitata</i> <i>Quercus petraea</i> B <i>Lathyrus vernus</i> <i>Luzula luzuloides</i> <i>Solidago virgaurea</i> <i>Luzula pilosa</i> <i>Prenanthes purpurea</i> | Fissidens taxifolius <i>Lamium galeobdolon</i> | Primula elatior <i>Dryopteris filix-mas</i> | Dryopteris spinulosa <i>Eurhynchium striatum</i> | Ajuga reptans | Lysimachia nemorum | |
| | | | G Acer pseudoplatanus B <i>Ulmus scabra</i> B <i>Santcula europaea</i> | Arum maculatum <i>Eurhynchium praelongum</i> <i>Sambucus nigra</i> S | | | |
| | | | H Fraxinus excelsior B <i>Allium ursinum</i> <i>Stachys silvatica</i> | Paris quadrifolia <i>Mnium undulatum</i> <i>Prunus padus</i> BS | Veronica montana <i>Ranunculus ficaria</i> <i>Evonymus europaeus</i> | Geranium robertianum <i>Carex pendula</i> | |
| C <i>Fagus silvatica</i> B | <i>Ilex aquifolium</i> | <i>Prunus avium</i> B | | I Filipendula ulmaria <i>Aegopodium podagraria</i> | Cirsium oleraceum <i>Alnus glutinosa</i> B | Crepis paludosa <i>Valeriana sambucifolia</i> | |
| D <i>Phyteuma spicatum</i> <i>Crataegus oxyacantha</i> | <i>Polygonatum multiflorum</i> <i>Anemone nemorosa</i> | <i>Picea abies</i> B <i>Abies alba</i> B | <i>Carpinus betulus</i> BS <i>Pulmonaria obscura</i> | <i>Milium effusum</i> | K Carex acutiformis <i>Solanum dulcamara</i> <i>Acrocladium cuspidatum</i> <i>Eupatorium cannabinum</i> <i>Frangula alnus</i> S <i>Potentilla erecta</i> <i>Thuidium tamariscinum</i> | <i>Alnus incana</i> BS <i>Lythrum salicaria</i> <i>Carex remota</i> <i>Cratoneurum commut.</i> <i>Lysimachia vulgaris</i> <i>Equisetum arvense</i> <i>Valeriana dioeca</i> | |
| | | | | | | | |
| E <i>Carex silvatica</i> <i>Viola silvestris</i> | <i>Asperula odorata</i> <i>Rubus spec.</i> | <i>Deschampsia caespitosa</i> | <i>Brachypodium silvaticum</i> | <i>Fragaria vesca</i> | <i>Catharinea undulata</i> | L <i>Caltha palustris</i> <i>Equisetum maximum</i> | |

B = als Baum, S = als Strauch

Tab. 8 Kartierungsschlüssel für die Waldgesellschaften der Molasse-Steilhänge am Üetliberg

| a | b | c | d | e | f | g |
|--|--|--|--|--|--|--|
| A' Carex humilis <i>Stachys officinalis</i> <i>Geranium sanguineum</i> <i>Anthriscum ranosum</i> <i>Lotus corniculatus</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Peucedanum cervaria</i> <i>Polygala chamaebuxus</i> <i>Prunella grandiflora</i> <i>Galium mollugo</i> <i>Epipactis atropurpurea</i> <i>Lathyrus pratensis</i> <i>Euphorbia cyparissias</i> <i>Hypericum montanum</i> | <i>Satureia vulgaris</i> <i>Festuca amethystina</i> <i>Bupthalmum salicifol.</i> <i>Gymnadenia conopsea</i> <i>Phyteuma orbiculare</i> <i>Hippocrepis comosa</i> <i>Chrysanthemum leucanthemum</i> <i>Trifolium medium</i> <i>Thesium alpinum</i> <i>Polygonatum officinale</i> <i>Festuca ovina</i> <i>Galium verum</i> <i>Salvia glutinosa</i> | F' Carex silvatica <i>Aruncus dioecus</i> | <i>Actaea spicata</i> <i>Asperula odorata</i> | <i>Deschampsia caespitosa</i> <i>Pulmonaria obscura</i> | <i>Bromus ramosus</i> | <i>Paris quadrifolia</i> |
| | E' Mercurialis perennis <i>Carex digitata</i> <i>Viola silvestris</i> | <i>Brachypodium silvat.</i> <i>Sanicula europaea</i> – <i>Anemone nemorosa</i> | <i>Polygonatum multifl.</i> <i>Angelica silvestris</i> | <i>Campanula trachelium</i> <i>Clethrbita muralis</i> | <i>Agropodium podagraria</i> <i>Melica nutans</i> | <i>Eupatorium cannabinum</i> – C' <i>Centaurea montana</i> – C' |
| B' Molinia arundinacea <i>Brachypodium pinna.</i> <i>Pinus silvestris</i> B <i>Lasercipitium latifolium</i> | <i>Sesleria varia</i> <i>Succisa pratensis</i> <i>Bellidistrum michelii</i> <i>Cynanchum vincetox.</i> | <i>Potentilla erecta</i> <i>Carduus defloratus</i> <i>Frangula alnus</i> S <i>Ranunculus nemorosus</i> | | | | |
| C' Carex flacca <i>Carex montana</i> <i>Melittis melissophyllum</i> <i>Viburnum lantana</i> S <i>Rosa arvensis</i> <i>Sorbus aria</i> B | <i>Ligustrum vulgare</i> S <i>Aquilegia vulgaris</i> <i>Cornus sanguinea</i> <i>Euphorbia dulcis</i> <i>Peridium aquilinum</i> <i>Knaulia silvatica</i> | <i>Hieracium murorum</i> – E' <i>Calamagrostis varia</i> <i>Convallaria majalis</i> <i>Epipactis helleborine</i> <i>Lilium martagon</i> – E' | <i>Lonicera alpigena</i> <i>Galium boreale</i> <i>Berberis vulgaris</i> <i>Cephalanthera damas.</i> <i>Cephalanthera longif.</i> | | | |
| | | | | G' Lamium galeobdolon <i>Abies alba</i> B <i>Dryopteris filix-mas</i> <i>Oxalis acetosella</i> <i>Stachys silvatica</i> <i>Primula elatior</i> | | |
| | | | | H' Equisetum maximum <i>Circaea luetiana</i> <i>Geranium robertianum</i> <i>Mnium undulatum</i> <i>Festuca gigantea</i> <i>Veronica montana</i> <i>Carex pendula</i> <i>Carex remota</i> | | |

B = als Baum, S = als Strauch

II. Vegetationseinheiten und Standorte des Lehrwaldes Albisriederberg der ETH

In den Abschnitten A und B dieses Kapitels werden Vegetations- und Standortsgliederung im Lehrwald, insbesondere hinsichtlich der mutmaßlichen natürlichen Baumartenzusammensetzung (vgl. Abb. 25, S. 78), kurz skizziert und einige Bodenformen der einzelnen Standorte vorgestellt.

In den Abschnitten C und D werden sodann die kartierten Vegetationseinheiten im einzelnen floristisch und standortskundlich besprochen.

A. Überblick über die Vegetationsgliederung

Der Lehrwald Albisriederberg der ETH befindet sich im Mittel 4–5 km westlich vom Stadtzentrum Zürichs. Zwischen 470 und 850 m Meereshöhe bedeckt er dort die Hänge der nördlich vom Üetliberg auslaufenden Albiskette. Diese ist aufgebaut aus kalkreicher oberer Süßwassermolasse, die an den steilen Erosionshängen überall zutage tritt und in der Schichten von hartem Sandstein bis zu weichen Mergeln miteinander wechseln. In den weniger geneigten Lagen, die den größeren Teil des Lehrwaldes einnehmen, wird die Molasse jedoch von Moränenschutt der letzten Eiszeit (Würm) überlagert (SUTER und HANTKE 1962), der über 50% Kalziumkarbonat enthalten kann (FREI und JUHASZ 1963).

Molassesteilhänge und Jungmoräne bilden wesentlich verschiedene Standorte aus. Dementsprechend ist ihre Vegetation in den Tabellen 1 und 2 (bzw. 3 und 4, alle im Anhang) getrennt zusammengestellt worden. Beide sind zwar vorwiegend Laubmischwaldkomplexe, wenn man von den wenig verbreiteten steilen Mergelhängen absieht, in denen die Föhre von Natur aus eine mehr oder minder große Rolle spielt (Einheiten a und b). Beide Vegetationskomplexe haben auch eine sehr ähnliche Artengarnitur. Die Verteilung der Arten auf die einzelnen Einheiten ist jedoch verschieden. So sind beispielsweise *Lathyrus vernus*, *Carex digitata*, *Sanicula europaea*, *Aegopodium podagraria* u. a. in den wenig geneigten Lagen gute Differentialarten. An Steilhängen kommen sie jedoch unterschiedslos in den meisten Gesellschaften vor. Gerade umgekehrt verhalten sich *Lamium galeobdolon*, *Dryopteris filix-mas*, *Oxalis acetosella*, *Primula elatior* und andere Arten.

Die ebenen oder wenig geneigten Lagen würden unter natürlichen Verhältnissen ausschließlich von Laubmischwäldern bestockt sein. Inwieweit

die Tanne oder die Fichte am Bestandesaufbau mitbeteiligt wären, läßt sich nur mutmaßen. Fest steht jedenfalls, daß sie im Naturwald untergeordnete Bedeutung hätten.

Eine differenzierende Rolle spielt die Buche, so daß man die Gesellschaftseinheiten in buchenreiche und buchenärmere bis -freie Laubmischwälder gruppieren kann. Im Lehrwald sind die buchenreichen Einheiten zusätzlich durch die Abwesenheit von Feuchtigkeits-, Nässe- und einzelnen Basenzeigern charakterisiert (Differentialartengruppen G bis L).

Von allen im Lehrwald unterschiedenen Einheiten nimmt der frische Buchenmischwald (Abb. 4, S. 45) die größte Fläche ein. Auch über den Lehrwald hinaus ist dies in der Umgebung Zürichs der Fall (vgl. Kap. III., B). Als »Braunerdebuchenwald« spielt er in ganz Mitteleuropa eine ähnliche Rolle (ELLENBERG 1963). Ökologisch wie floristisch nimmt der frische Buchenmischwald eine Mittelstellung unter allen Gesellschaften ein. Alle Baumarten finden hier gute Standortsbedingungen. Da die Buche jedoch ihre höchste Vitalität erreicht, verdrängt sie alle andern Baumarten weitgehend. Nur Arten wie die Esche, die sehr raschwüchsig sind, und solche, die den düsteren Schirm ertragen können, z. B. die Tanne, haben Chancen, neben der Buche zu bestehen.

Ist der Standort trockener, findet die Buche nicht mehr optimale Verhältnisse vor; ihre Kampfkraft läßt nach. Im typischen Traubeneichen-Buchenwald kann daher die Traubeneiche bereits einen nennenswerten Anteil erreichen, mutmaßlich bis zu 10%. Auch andere Baumarten, wie Birke, Vogelkirsche und Hainbuche, können einzeln eingesprenzt sein.

Die trockensten Standorte ebener oder wenig geneigter Lagen werden vom Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge bestockt. Die Buche büßt hier infolge Trockenheit noch mehr von ihrer Konkurrenzkraft ein und überläßt der Traubeneiche vermutlich einen Anteil von bis zu 20%. Höhere Anteile, wie sie in der Tabelle 1 erscheinen, sind durch ehemalige Mittelwaldbewirtschaftung zu erklären. Das Innere solcher Bestände ist reich an Licht (vgl. Abb. 3, S. 45), so daß sich weitere Baumarten entwickeln können, vor allem aber die Strauchschicht. Fichte und Tanne kümmern sich nicht, da es für sie zu trocken ist. Sie gehören sicher nicht zur natürlichen Artengarnitur. Dagegen könnte hier die Föhre in der Naturlandschaft eine gewisse Rolle spielen.

Auf Standorten, die feuchter als die des frischen Buchenmischwaldes sind, spielt die Buche eine geringere Rolle.

Zwischen den buchenreichen und den buchenfreien Laubmischwäldern vermittelt der Stieleichen-Hagebuchenwald (Abb. 5 und 6, S. 46). In etwas trockeneren Ausbildungen dieser Gesellschaft kann die Buche zwar noch zur Herrschaft gelangen. In der Regel ist sie jedoch an der Baumschicht nur mitbeteiligt. Ebenso hohe Anteile haben Esche und Bergahorn. Beigemischt sind auch andere Laubbäume, wie Stieleiche, Ulme und Hainbuche. Der Stieleichen-Hagebuchenwald war früher großenteils als Mittelwald bewirtschaftet worden, wobei die Stieleiche als Überhälter und die Hainbuche als ausschlagfreudigste Art in der Hauschicht zur Dominanz kamen. Ob sie sich im Naturwald be-

standesbildend durchsetzen könnten und den im Anschluß an die ältere Literatur (ETTER 1943, STAMM 1938 usw.) gewählten Namen Stieleichen-Hagebuchenwald rechtfertigen, müßte näher untersucht werden.

Durch höheren Stauwasserspiegel wird die Buche vollends zurückgedrängt. Esche und Bergahorn sind die konkurrenzkräftigsten Bestandesbildner im Ahorn-Eschenwald (Abb. 8 und 9, S. 47/48). Nur Bergulmen und Schwarzerlen gelingt es gelegentlich, nennenswerte Anteile zu erreichen.

Wo das Stauwasser beinahe das ganze Jahr über nahe an der Bodenoberfläche steht, ist der Eschen-Schwarzerlenwald anzutreffen (Abb. 10, S. 48). Auf diesen nassen Standorten ist die Schwarzerle die konkurrenzfähigste Baumart. Ihr ist oft die Esche beigemischt, und ab und zu ist auch die Weißerle zu finden.

Die verstreut im Lehrwald vorkommenden «Quellsümpfe» (Abb. 11, S. 49) sind in der Regel nur spärlich baumbestanden. Meist sind diese quelligen Stellen auf einige Quadratmeter oder Aren begrenzt und werden von den umstehenden Bäumen überschirmt. Dadurch wird das Gedeihen der durch übermäßige Bodennässe gefährdeten Schwarzerlen- und Eschenverjüngung durch Lichtmangel weiter eingeschränkt.

Die Molasse-Steilhänge werden wie die ebenen Feuchtböden und Sümpfe, in der Regel von Dauergesellschaften im Sinne BRAUN-BLANQUETS (1928–64) eingenommen. Sie sind edaphisch und auch lokalklimatisch bedingt. In den oberen Hangteilen findet ständige Erosion statt, welche eine tiefergreifende Verwitterung der Molasse verhindert. In diesen Lagen sind deshalb stets junge, unentwickelte Böden vorhanden. Das abgetragene Material wird am Hangfuß kolluvial abgelagert, wodurch eine ungestörte Bodenbildung ebenfalls verunmöglicht wird.

Die speziellen edaphischen Verhältnisse übertönen die sehr starken lokalklimatischen Unterschiede zwischen Sonn- und Schattenhang. Keine der Gesellschaften ist eigentlich expositionsabhängig. Die Exposition kann nur verschiedene Ausbildungen hervorrufen (REHDER 1962).

Wenn nachfolgend die einzelnen Gesellschaften insbesondere hinsichtlich der natürlichen Baumartengarnitur vorgestellt werden, so geschieht dies in der Reihenfolge ihrer Standorte, die eine ökologische Reihe (Toposequenz) bilden. Diese Reihenfolge bedeutet kein zeitliches Nacheinander, also keine Sukzession, wie sie etwa von FABIJANOWSKI (1950) interpretiert wurde. Die Möglichkeit ist zwar offenzulassen, daß beispielsweise aus einem Pfeifengras-Hangföhrenwald ein Buchen-Hangföhrenwald, aus diesem ein Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras usw. entsteht. In der Regel geschieht dies jedoch nicht. Vielmehr ist jeder Standort durch seine Lage sowie durch Korngrößenzusammensetzung und andere Eigenschaften des Muttergesteins und andere Gegebenheiten vorgebildet und hat seine eigene Sukzessionsabfolge nach Katastrophen. Wie noch zu zeigen ist, entsteht nach einer Hangrutschung auf entsprechendem Standort ein Mehlbeeren-Hangbuchenwald nicht dadurch, daß ein Stadium des Föhrenwaldes, des Buchen-Föhrenwaldes usw. durchlaufen wird, sondern Esche und Mehlbeere übernehmen sogleich die Rolle der Pionierbaumarten.

Auffallend ist für einen Teil der Gesellschaften die Vorherrschaft der gemeinen Waldföhre. Es sind die physiologisch flachgründigsten Standorte, die von ihr besiedelt werden. Mit zunehmender Gründigkeit des Bodens wächst die Rolle der Buche. Sie tritt jedoch, ungleich den Verhältnissen in ebenen Lagen, noch in bodenfeuchten bis -nassen, ahorn- und eschenreichen Wäldern mitherrschend auf.

Natürliche Föhrenwälder sind in der Zürcher Umgebung auf steile, wechsel-trockene, der Erosion ausgesetzte Mergelhänge beschränkt. Sie sind besonders am Girstel (REHDER 1962, DAFIS 1962) und in der Fallätsche (FABIJANOWSKI 1950) eingehend beschrieben worden.

Der Pfeifengras-Hangföhrenwald (Abb. 12, S. 49) besiedelt die flachgründigsten, dichtesten Mergelböden. Hier, an der edaphischen Waldgrenze, hat die sehr genügsame Föhre keine Konkurrenz anderer Baumarten zu erleiden. Neben ihr kann die in bezug auf manche Standortsfaktoren ebenso anspruchslose Mehlbeere zuweilen nennenswerte Anteile erreichen. Die Wuchsbedingungen sind indessen derart schlecht, daß Föhre und Mehlbeere nur eben einen schütterten, niedrigen, stufig aufgebauten Wald bilden können. Das lichte Kronendach begünstigt den Unterwuchs. Die Strauchschicht ist recht gut entwickelt, und die Krautschicht deckt den Boden völlig, wo nicht gerade die Erosion am Werk ist. Gräser und Seggen herrschen vor.

Auf ruhenden Mergeln, deren Oberschicht stärker verwittert ist, gesellt sich bereits die Buche mit recht hohem Anteil, jedoch geringer Wüchsigkeit zu Föhre und Mehlbeere. Diese Gesellschaft wird Buchen-Hangföhrenwald genannt (Abb. 13, S. 50). Die Föhre hat zwar noch immer den höchsten Anteil, doch ist die Mehlbeere wuchsfreudiger als im Pfeifengras-Hangföhrenwald. Die Folge ist ein höherer Kronenschluß. Die günstigeren Standortbedingungen kommen auch in der Anwesenheit anspruchsvollerer Baumarten wie Esche und Bergahorn zum Ausdruck.

In den Mehlbeeren-Hangbuchenwäldern kann der Übergang von den föhrenreichen Wäldern zu den reinen Laubmischwäldern verfolgt werden. Je gründiger der Boden, desto kräftiger und zahlreicher gedeihen die Laubbäume, welche die konkurrenzschwache Föhre verdrängen. In der Unterschicht ist die Eibe hier und dort reichlich vertreten.

Der Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras erinnert in seiner typischen Variante noch sehr an den Buchen-Hangföhrenwald. Der hohe Föhrenanteil in einigen Aufnahmen ist jedoch nicht natürlich. Die gut mittelgründigen Böden sind von Natur aus von Buche, Mehlbeere, Traubeneiche und nurmehr wenig Föhre sowie oft auch Esche und Bergahorn bestockt. In der mehr mesophilen Waldseggen-Variante geht der Anteil der Föhre noch weiter zurück, aber auch jener der Mehlbeere, weil sie an Lichtmangel leidet und neben der Buche nicht mehr konkurrenzfähig ist. Die Buche kann zur Herrschaft gelangen, wird jedoch oft durch Esche und Bergahorn ersetzt. Die Ursache dafür dürfte dieselbe wie in der nachfolgend aufgeführten Einheit sein.

Alle bisher vorgestellten Gesellschaften stocken auf Mergelböden und bilden eine ökologische Reihe, die zum frischen Hangbuchenmischwald weitergehen

könnte. Floristisch und ökologisch schiebt sich jedoch der typische Mehlbeeren-Hangbuchenwald ein (Abb. 14, S. 50). Dieser wächst auf Böden, deren Unterlage aus Molassesandstein besteht. Der Oberboden wird aber meist von Mergeln gebildet, welche bei Hangrutschungen – die ja nur bei nasser Witterung entstehen – als Brei die felsigen Abrißflächen des Sandsteins überkleistern und sich dann wieder verfestigen. Auf solchen Mergelüberkleisterungen saamen sich nach waldfreien Besiedlungsstadien vorwiegend Esche und Mehlbeere und später auch Ahorne als Pionierbaumarten an. Unter ihrem Schirm folgt die Buche, die sich regelmäßig durchsetzt, wenn nicht inzwischen eine neue Rutschung erfolgt. Sie bildet im Alter einen reinen Buchenbestand, dem nur wenige andere Baumarten, meist Bergahorn und Esche, selten die Mehlbeere und gelegentlich die Traubeneiche, beigemischt sind. Auf diese Weise ist die Uneinheitlichkeit in den Baumschichten der Aufnahmen Nr. 23 bis 30 in Tabelle 2 zu erklären. In der Unterschicht ist oft die Eibe anzutreffen.

Als Schlußgesellschaft an lange Zeit stabilen Hängen ist der frische Hang-Buchenmischwald anzusehen (Abb. 15, S. 51). Sein Boden ist tiefgründig, frisch, im Untergrund sickerfeucht, aber gut durchlüftet. Dies sind Bedingungen, die der Buche zusagen. Sie kann hier – wie im frischen Buchenmischwald mehr oder weniger ebener Lagen – ihre ganze Konkurrenzkraft entfalten. Stete Begleiter sind nur Esche und Bergahorn. Ihnen sagt der Standort infolge Sickerfeuchtigkeit im Untergrund ebenfalls zu. Andere Baumarten sind nur zufällig eingesprengt. In der Unterschicht ist in dieser Gesellschaft ganz besonders häufig die Eibe anzutreffen.

Hang-Ahorn-Eschenwälder treten mit Vorliebe auf feuchten bis durchnässten Kolluvialböden in unteren Hangteilen und am Hangfuß auf. Sie unterscheiden sich vom Ahorn-Eschenwald ebener Lagen durch den hohen Buchenanteil. Ob das Auftreten der Tanne in manchen Beständen der Tabelle 2 natürlich ist, bliebe zu untersuchen.

Der typische Hang-Ahorn-Eschenwald (Abb. 16, S. 51) bevorzugt feuchte, aber nicht nasse, eigentlich kolluviale Böden (vgl. das mehrstöckige Profil Abb. 2 f/18). Die Buche herrscht hier vor (über 50%), Bergahorn und Esche haben jedoch teilweise recht hohe Anteile. Im Naturwald dürfte die Bergulme fast ebenso stark vertreten sein.

Der Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm (Abb. 17, S. 52) besiedelt Bachrinnen und Quellaufstöße. Der Hangwasserspiegel steigt periodisch bis dicht an die Oberfläche an. Die Buche leidet hier unter der Nässe; sie kommt fast nur noch im Nebenbestand vor. Statt ihrer setzen sich die großblättrigen Baumarten, Esche, Bergahorn und Bergulme, durch.

In der wenig verbreiteten Sumpf-Variante (Abb. 18, S. 52) tritt Hang- oder Quellwasser zutage, vernäszt den Boden vollkommen und scheidet Kalktuff aus. Dieser vermengt sich mit den aufgeweichten Mergeln zu einem Brei, der langsam hangabwärts fließt. Unter diesen Umständen ist Baumwuchs kaum noch möglich. Die meisten Bäume der beiden Aufnahmen in Tabelle 2 wurzeln auf stabileren Böden nebenan. Immerhin konnten Baumwurzeln im Profil festgestellt werden.

B. Überblick über die Bodenformen

Nach der einführenden Übersicht über die Pflanzengesellschaften sei ein Überblick über ihre Böden gegeben. Bei den Einzelbeschreibungen der Gesellschaften (Kap. II, C und D) sollen dann nur noch die ökologisch entscheidenden Bodeneigenschaften genannt werden. Die in den Abbildungen 1 und 2 skizzierten Profile sind Darstellungen einzelner Beispiele und geben nicht den Variationsbereich der Böden wieder.

Die Böden mehr oder weniger ebener Lagen wurden im Lehrwald aus kalkreicher Jungmoräne (Würm) gebildet. Je nach der Korngrößenzusammensetzung sind übermäßig, normal oder unvollkommen durchlässige Böden zu unterscheiden. Ihre wichtigsten Eigenschaften werden nachfolgend erwähnt. Für Einzelheiten sei auf die Abbildungen 1 und 2 (im Anhang) verwiesen.

Übermäßig und normal drainierte Böden sind endoperkolativ (PALLMANN, RICHARD und BACH 1948). Sie sind dementsprechend gut durchlüftet. Die starke Drainage bewirkt indessen in unserem humiden Klima eine Auswaschung von Kalk aus den oberen Bodenhorizonten, welche bei fortgesetzter Auslaugung deshalb mehr oder weniger sauer reagieren. Diese Böden weisen im übrigen Merkmale auf, die es rechtfertigen, sie zu den von KUBIĚNA (1953) beschriebenen Braunerden zu stellen. Sie seien hier stark bis mäßig saure Braunerden genannt. In ihrer Verbreitung stimmen sie mit derjenigen der buchenreichen Laubmischwälder überein.

Der Boden des frischen Buchenmischwaldes ist eine saure bis mäßig saure, normal drainierte oder im Untergrund leicht gehemmt durchlässige, sehr tiefgründige und biologisch aktive Braunerde. Im einzelnen kann aber das Bodenprofil recht verschieden ausgestaltet sein, wie die folgenden Beispiele zeigen mögen.

Als ein häufig auftretendes Profil sei Nr. 3/1 (Abb. 1, Anhang) beschrieben: Die Streuschicht ist bereits vor Abschluß der Vegetationsperiode nahezu zersetzt. Meist findet sich schon im Frühjahr mehr Regenwurmkot als Laubstreu auf der Bodenoberfläche. Der Mullhorizont ist 20–30 cm mächtig. Er ist an der Oberfläche von graubrauner Farbe und nimmt nach unten, entsprechend dem abnehmenden Humusgehalt, eine hellere Mineralerdefarbe an. Im ganzen Profil sind keine deutlichen Horizontgrenzen erkennbar. Farbdifferenzen lassen sich erst durch Nebeneinanderlegen von Proben aus verschiedenen Tiefen erkennen. Die Karbonatgrenze liegt in 120 cm Tiefe. Zu Beginn der Vegetationsperiode konnte in 140 cm Tiefe ein Wasserspiegel gefunden werden, der jedoch während der Vegetationsperiode wieder verschwand. Gleybildungen treten deswegen nicht auf. Es kann höchstens eine leichte Rostfleckigkeit in etwa 110 cm Tiefe wahrgenommen werden. Die Reaktion ist im Oberboden ziemlich sauer, liegt der pH-Wert doch bis in 60 cm Tiefe zwischen 4 und 5. Trotzdem ist dieser Horizont biologisch sehr aktiv, was einerseits am raschen Abbau der Laubstreu, zum andern aber an der intensiven Arbeit der Regenwürmer zu erkennen ist. Erst ab etwa 90 cm Tiefe reagiert der Boden neutral.

Der besprochenen Horizontalabfolge ähnlich ist das Profil Nr. 3/10. Mit seinem zeitweilig hohen Wasserspiegel – 110 cm zu Beginn der Vegetationsperiode – vermittelt es allerdings bereits zum Profil 4/4 unter Stieleichen-Hagebuchenwald. Doch gedeiht auf ihm noch frischer Buchenmischwald. Während der vollen Vegetationsentfaltung ist allerdings auch hier freies Wasser im durchwurzelten Profil nur bei sehr starken, langandauernden Niederschlägen vorhanden. Entsprechend der höher liegenden Karbonatgrenze (in ca. 1 m Tiefe), ist die Reaktion ab 70 cm neutral, während sich der pH-Wert im Oberboden noch zwischen 4 und 5 bewegt.

Von den soeben beschriebenen weichen die andern in Abbildung 1 (Anhang) dargestellten Profile des frischen Buchenmischwaldes mehr oder weniger stark ab. So sind die Böden Nr. 3/6, 3/14, 3/19 sehr reich an karbonathaltigem Skelett. Die Karbonatgrenze liegt deshalb näher an der Oberfläche. Doch sind die Oberböden der Profile 3/6 und 3/14 stark ausgewaschen. Bis knapp oberhalb der Karbonatgrenze bleibt der pH-Wert unter 5. Bei ihrer hohen Durchlässigkeit sind diese Böden auf zusätzliche Versorgung durch Hangwasser angewiesen, wenn sie frischen Buchenmischwald tragen sollen.

Das Profil 3/19 leitet mit seinen Kalkausblühungen im Untergrund zum Boden des Traubeneichen-Buchenwaldes über (periodische Austrocknung). Der extrem hohe Kalkskelettgehalt und die damit zusammenhängende hohe Karbonatgrenze (im Mittel 50 cm unter Oberfläche) beeinflussen die Reaktion im Oberboden. Der Mull-Horizont (A_1) weist einen pH-Wert von 6 auf; gleich darunter reagiert die Feinerde neutral. Trotzdem muß man die darauf stockende Waldgesellschaft noch als frischen Buchenmischwald ansprechen.

Interessant ist in diesem Zusammenhang das Profil 3/11. Hier trocknet der Untergrund zeitweilig ebenfalls aus. Tonlinsen schützen jedoch den Oberboden vor übermäßiger Drainage, so daß der Kalk nur oberflächlich ausgewaschen ist. Der pH-Wert ist an der Oberfläche 6, in 20 cm Tiefe schon 7.

Bei den Profilen 3/6 und 3/14 scheint der Oberboden nicht aus demselben Material entstanden zu sein, das den Unterboden (D) bildet, was vor allem aufgrund einer auffallend verschiedenen Korngrößenzusammensetzung und Farbe vermutet wird. Mit Sicherheit liegt dieser Fall beim Profil 3/7 vor. Der Oberboden wird durch eine über Molasse gekleisterte, etwa 80 cm mächtige Moränendecke gebildet. Der leicht sandige, gleyfleckige Mergel bildet heute selbst einen stark durchwurzelten Teil des Bodens. In Klüften sind sogar Humustapeten erkennbar. Nur wenig angewitterte Molasse tritt erst in 150 cm Tiefe auf. Wie in den Profilen 3/1 und 3/10 ist außerhalb der Vegetationsperiode ein Wasserspiegel in 140 cm Tiefe vorhanden. Der pH-Wert beträgt an der Oberfläche und ab 30 cm Tiefe 5, zwischen 10 und 20 cm und unter dem B-Horizont, wo die kalkreiche Molasse beginnt, über 7.

Trotz großer Variationsbreite in der Bodengestaltung innerhalb des frischen Buchenmischwaldes sind gemeinsame Züge der beschriebenen Profile erkennbar, die sie von denen der übrigen Gesellschaften absetzen:

– Die Streuschicht wird rascher abgebaut als in den trockeneren Traubeneichen-

Buchenwäldern, jedoch langsamer als im Eichen-Hagebuchenwald und den bodenfeuchteren Gesellschaften.

- Der Mullhorizont hat mit 10–20 cm eine mittelmäßige Mächtigkeit. Er wird an den trockeneren Standorten dünner, an den feuchteren mächtiger als an dem Standort des frischen Buchenmischwaldes. In beiden Fällen ist er jedoch bedeutend humoser und erhält in den trockeneren Einheiten sogar stellenweise eine Moderauflage. Diese Erscheinungen und teilweise auch die nachfolgende hängen eng mit der biologischen Aktivität zusammen, in erster Linie mit der Regenwurmtätigkeit. Sie hält sich unter frischem Buchenmischwald in mittlerem Rahmen.
- Die Horizontengrenzen sind unscharf. Vor allen Dingen ist der B-Horizont mit bloßem Auge kaum erkennbar. Er wird an den trockenen Standorten zunehmend rostrot und verschwindet gegen die feuchte Seite hin schon im Boden des Stieleichen-Hagebuchenwaldes restlos.
- Der Boden ist – mit Ausnahmen – feinerdereicher und im Unterboden sandärmer als unter trockeneren Gesellschaften. Er ist jedoch nicht so tonreich, daß ein ständiger Wasserstau auftritt, wie dies an den feuchteren Standorten der Fall ist.
- Die Reaktion ist weder stark sauer noch durchgehend neutral.

Nach ELLENBERG (1939) und SCHÖNHAR (1952) ist innerhalb der pH-Spanne von 4,5 bis 6,8 keine deutliche Bevorzugung von Säure- bzw. Basenzeigern festzustellen. Bei pH-Werten, die über 5 liegen, sollen jedoch breitblättrige und tiefwurzelnde Arten, wie *Primula elatior*, *Pulmonaria obscura*, *Polygonatum multiflorum* u. a. mehr hervortreten. Mit Hilfe dieser Arten wäre also eine feinere Untergliederung des frischen Buchenmischwaldes möglich. Sie wurde jedoch bei der Kartierung des Lehrwaldes nicht durchgeführt.

Zur Demonstration der Gestaltungsvielfalt der Bodenformen wurde der frische Buchenmischwald deshalb gewählt, weil sie hier tatsächlich am größten ist. Je extremer der Standort sowohl gegen die trockene als auch gegen die feuchte Seite hin wird, um so einheitlicher wird der Aufbau des Bodens unter einer und derselben Pflanzengesellschaft.

Mit dem Profil 3/19 wurde bereits der Übergang zum Traubeneichen-Buchenwald angedeutet. Ein für diese Gesellschaft charakteristisches Profil stellt Nr. 2/2 dar: eine sehr skelettreiche, übermäßig drainierte, stark saure Braunerde. Abweichend vom Boden des frischen Buchenmischwaldes ist eine mächtigere Streuschicht festzustellen, deren Abbau mindestens eine volle Vegetationsperiode erfordert. Im Profil selbst sind weniger Anzeichen für Regenwurmtätigkeit festzustellen. Auch dies deutet auf eine geringere biologische Aktivität hin. In dieselbe Richtung weist die geringe Mächtigkeit (5 cm) des Mullhorizontes und dessen dunklere Farbe. Verglichen mit den vorhergehenden Profilen ist die Färbung des B- und des BC-Horizontes stärker rötlich, der Sandgehalt des Unterbodens (C) verhältnismäßig hoch und die Reaktion durch das ganze Profil hindurch niedrig (pH 4 bis 120 cm Tiefe). Bis zu dieser Tiefe ist

der Boden auch karbonatfrei. Neutrale Reaktion ist erst in 140 cm Tiefe festzustellen. Alle diese Eigenschaften weisen auf starke Auswaschung hin. Der Boden ist übermäßig durchlässig und demzufolge zeitweilig trocken, so daß sich bereits Wachstumshemmungen bei den Bäumen bemerkbar machen.

Die Variation der Bodenformen unter dem Traubeneichen-Buchenwald ist ziemlich groß, wenn auch geringer als unter frischem Buchenmischwald. An unregelmäßig verteilten Stellen, wo Laub zusammengeweht wird, entstehen unter verklebter, verpilzter Streuschicht kleine Modernester. Dies ist ein Hinweis darauf, daß die biologische Aktivität gerade hinreicht, um die durchschnittlich anfallende Streu des Bestandes abzubauen, jedoch nicht mehr, um zusätzlich angesammelte zu verarbeiten.

Bohrungen haben ergeben, daß stellenweise Karbonat in 70–120 cm Tiefe vorhanden sein kann. In solchen Fällen treten Kalkausblühungen am Skelett, in der Regel jedoch nicht in der Feinerde auf, was darauf hindeutet, daß der Boden zeitweilig – allerdings nur mäßig – austrocknet.

Das Profil 2/13 vermittelt zum Boden des Traubeneichen-Buchenwaldes mit Bergsegge. Dieser Typ hat nur beschränkte Bedeutung, weshalb er nicht näher erläutert zu werden braucht. Der Vollständigkeit halber seien die gemessenen pH-Werte angegeben: A₁: 6, A₂: 5, B: in 30 cm Tiefe 6, in 50 cm 7.

In derselben Richtung, wie sich der Boden des typischen Traubeneichen-Buchenwaldes von jenem des frischen Buchenmischwaldes unterscheidet, ändern sich die Eigenschaften des Bodens vom typischen Traubeneichen-Buchenwald zu demjenigen mit Bergsegge hin.

Hier handelt es sich um eine skelettreiche, übermäßig drainierte, an der Oberfläche sehr saure, im Unterboden jedoch kalkreiche, biologisch nur mäßig aktive Braunerde. Die Streu wird im Laufe einer Vegetationsperiode nicht mehr vollständig abgebaut, so daß sich unter der lagig verklebten, verfilzten und ausgebleichten vorjährigen Streuschicht ein körniger Moder⁴ in mehr oder weniger großen Nestern ausbilden kann. Ein Teil der Streu wird jeweils verweht, weshalb es wahrscheinlich nicht zur Bildung eines durchgehenden Rohhumushorizontes reicht.

Der A₁-Horizont muß unterteilt werden in einen höchstens 5 cm mächtigen, infolge hohen Humusgehaltes schwärzlichen A'₁- und einen fast humusfreien A''₁-Horizont, der zum Eluvialhorizont (A₂) überleitet. Der A₂-Horizont weist Bleichungsspuren auf, so daß man geneigt ist, von einer podsoligen Braunerde zu sprechen. Der B-Horizont ist durch starke Sesquioxyd-Aufbereitung ausgezeichnet und daher leuchtend rostrot gefärbt. Im Unterboden (ab 80 cm) macht sich ein durch Wechsell Trockenheit hervorgerufener Kalkflaum nicht nur am Skelett, sondern auch in der Feinerde bemerkbar. Der pH-Wert liegt bis zur Karbonatgrenze bei 4. Wurmtätigkeit wurde nur sehr spärlich wahrgenommen.

Genau so, wie der buchenarme Stieleichen-Hagebuchenwald eine Mittel-

⁴ vgl. KUBIĚNA (1953, S.45 ff.).

stellung zwischen den buchenreichen und den buchenfreien Gesellschaften einnimmt, steht sein Boden zwischen den eben besprochenen übermäßig bis fast normal durchlässigen und den mehr oder weniger schlecht drainierten bis undurchlässigen Böden.

Der Stieleichen-Hagebuchenwald stockt auf einem basen- und tonreichen Boden (Profil 4/4), dessen obere Horizonte einer Braunerde gleichen. Der Unterboden ist jedoch unvollkommen drainiert. Nach LEIBUNDGUT und DAFIS (1963) steht ein Wasserspiegel im Durchschnitt in 70–120 cm Tiefe an. In den Wintermonaten reicht er jedoch bis 15 cm unter die Bodenoberfläche. Rostflecken deuten auf diese zeitweilige Vernässung hin. Es wird hier deshalb von einer gleyartigen Braunerde gesprochen. Ihre außerordentlich hohe biologische Aktivität ist für den Standort kennzeichnend. Sie bewirkt, daß lange vor Abschluß der Vegetationsperiode von der vorjährigen Laubstreu kaum noch Reste vorhanden sind. Dafür ist der ganze Boden mit Wurm Kot übersät. Die Würmer bewirken, daß der Humus tiefgründig mit der Mineralerde vermengt ist (bis 40 cm), daß der ganze Oberboden, obschon kalkfrei, neutral reagiert und die Horizontengrenzen noch unschärfer als beim Boden des frischen Buchenmischwaldes sind. Ab 50 cm Tiefe tritt ein leicht vergleyter B-Horizont auf, der in 80 cm Tiefe, wo bei der Profilaufnahme am 23.9.65 ein Wasserspiegel festgestellt wurde, in einen eigentlichen, tonreichen Gleyhorizont übergeht. In diesem wurde Kontrastgley⁵ in reduziertem Lehm gefunden, was auf Undurchlässigkeit der Schicht schließen läßt.

Die nachfolgend beschriebenen, weniger drainierten bis undurchlässigen Böden können nach KUBIĚNA (1953) als Mull-Gleyböden bestimmt werden.

Beim Boden des Ahorn-Eschenwaldes (Profil 5/3) stand der Wasserspiegel im September 1965 in 30 cm Tiefe. Das ist nach langjährigen Messungen von LEIBUNDGUT und DAFIS (1963) etwa der mittlere Wasserstand unter dieser Gesellschaft (vgl. ihre Meßstellen Nr. 4 und 5). Das Grundwasser kann in den Wintermonaten bis 10 cm unter die Bodenoberfläche ansteigen und sinkt während der Vegetationsperiode nie tiefer als 60 cm.

Der unter dem etwa 20 cm mächtigen Mullhorizont liegende A₂-Horizont ist deshalb schon vergleyt. Darunter folgt ein Gleyhorizont, der ab 60 cm vereinzelt, in 90 cm Tiefe häufigen Kontrastgley aufweist. Die Reaktion ist durchwegs neutral. Die biologische Aktivität beschränkt sich auf die obersten 40 cm, ist jedoch äußerst hoch.

Der Wasserspiegel des Profils 5/3 wird durch den undurchlässigen Gleyhorizont verursacht. Im schotterartigen Boden des Profils 5/9 ist er jedoch von einem Grundwasserstrom abhängig.

Typisch für den Eschen-Erlenwald ist der Mullgleyboden 6/8, wo der Wasserspiegel während langer Zeit des Jahres nahe an der Bodenoberfläche steht. Von LEIBUNDGUT und DAFIS (1963) wurde ein mittlerer Wasserstand von 20 cm unter Flur festgestellt. Das Grundwasser kann indessen jederzeit an die

⁵ vgl. S. 10, RICHARD (s. a.) spricht auch von «kontrastreicher Vergleyung».

Oberfläche steigen und sinkt nur in den seltenen niederschlagsfreien Wochen bis auf 70 cm. In diesem Fall dürfte der Wassergehalt des Oberbodens, allerdings kaum merklich, unter die Feldkapazität (RICHARD 1953) sinken. Einem vollständig undurchlässigen, reduzierten, blaugrauen Tonboden mit Kontrastgley ist ein 60–70 cm mächtiger Mullhorizont aufgesetzt. Der etwa 30 cm mächtige A_1' -Horizont ist wenig vergleyt, der A_1'' etwas weniger humos und stärker vergleyt, soweit dies in dem schwarzbraunen Mull überhaupt festgestellt werden kann.

Quellsümpfe sind nur in kleinen Flecken verbreitet (vgl. Vegetationskarte des Lehrwaldes). Ihr Boden ist am besten mit dem Namen Quellmoortorf umschrieben. Linsenartig verteilt, lösen sich mullhaltiger oder reiner Tuff, nasser, speckiger bis körniger schwarzer Laubtorf und Moder ab (vgl. Profil 7/21). Das ganze Profil ist meist von rieselndem Quellwasser durchtränkt. Die Torf- und Moderlinsen sind vielfach schwer durchlässig, so daß das sauerstoffhaltige Quellwasser nicht rasch genug nachströmt. Deshalb kommt es in ihnen zu anaeroben Zersetzungserscheinungen, was sich beim Anschneiden des Profils am Entweichen übelriechender Gase (wohl meist Schwefelwasserstoff) bemerkbar macht.

Das Muttergestein, aus dem die Böden der Steilhänge entstanden sind, ist die obere Süßwassermolasse, meist Mergel (= kalkreicher Ton oder Lehm) oder mergeliger Sandstein. Nahe dem Hangfuß ist das bodenbildende Material Molasse-Hangschutt.

Die Molasseböden der Steilhänge gehören zu den Mull-Pararendzinen (KUBIĚNA 1953)⁶. Sie weisen ein typisches A-C-Profil auf. Als Cg wird in den Profilzeichnungen (Abb. 2, Anhang) ein nicht mehr felsig harter, sondern bereits verwitterter, durch Bodenbildung jedoch nicht wesentlich veränderter Mergel bezeichnet. Mergel verwittern durch den Wechsel von Durchnässung und Austrocknung sowie durch Frost sehr leicht. Wenn sie durchnäßt sind, bilden unverwitterte Mergel an steilen Hängen oft Gleitflächen von Rutschungen.

Die Böden des frischen Hangbuchenmischwaldes scheinen mehrheitlich aus herabgerutschten Mergelpaketen entstanden zu sein. Dies kann im Profil e/15 an den Sandsteinbrocken und im Profil e/16 am Moränenmaterial erkannt werden, Einschlüssen, die in autochthonen Mergeln nicht vorkommen. Die Profile e/15, e/16 und e/20 stellen sehr tiefgründige Pararendzinen dar. Der Oberboden ist dauernd frisch, und auf den undurchlässigen Mergeln des Untergrundes sickert Wasser hangabwärts. Der dunkelgraue Mullhorizont (A_1) kann bis 60 cm mächtig werden, was einerseits für eine gewisse Stabilität, anderseits für hohe biologische Aktivität spricht. Wahrscheinlich spielt auch kolluviale Anreicherung durch rieselnde Feinerde eine Rolle. Die Wurmtätigkeit ist so

⁶ Pararendzina im Sinne von KUBIĚNA (1953) ist in der früheren Schweizer Literatur als «Rendzina» bezeichnet worden (PALLMANN, RICHARD u. BACH 1948), wogegen die eigentliche Rendzina (KUBIĚNA) auf Kalkgestein von PALLMANN «Humuskarbonatboden» genannt wurde. Die Bezeichnungen KUBIĚNAS sind neuerdings auch von Schweizer Bodenkundlern übernommen worden (vgl. FREI u. JUHASZ 1963).

groß wie im Oberboden der Gleyböden mehr oder weniger ebener Lagen. Die Durchwurzelung ist äußerst intensiv. Sowohl Haupt- wie Nebenwurzeln gehen bis tief in den kompakten Molassefels hinein, wo sie sich in den feinen Klüften vorzwängen und wie Wurzeln gepreßter Herbarpflanzen aussehen. Unter Einfluß von zuweilen auftretendem Moränegeröll, das eine erhöhte Drainage bewirkt, kann sich andeutungsweise ein A₂- und ein B-Horizont ausbilden. Das Profil e/16 zeigt damit eine Ähnlichkeit mit den Braunerden auf Moränen. Die Drainage ist im Profil e/16 durch die starke Zerklüftung und den Sandgehalt des D-Horizontes gewährleistet.

Hoher Sandgehalt im Untergrund scheint geradezu Bedingung für die Ausbildung des (typischen) Mehlbeeren-Hangbuchenwaldes zu sein, dessen Boden im Profil d/17 dargestellt ist. Der Boden neigt zu periodischer Trockenheit, weil der Sandstein im Untergrund eine gute äußere Drainage (ETTER 1943) bewirkt. Man erkennt dies daran, daß der Cg-Horizont eine intensiv ockerfarbige Fleckung aufweist, deren Flächenanteil schätzungsweise bis zu drei Vierteln gehen kann. Deshalb ist auch die biologische Aktivität gering, der A₁-Horizont wenig mächtig (20 cm) und wenig humos. Seine Farbe ist hellgrau.

Gelegentlich ist der Mehlbeeren-Hangbuchenwald auf Sandstein ohne Mergelauflage (Cg) anzutreffen, wo die zeitweilige Trockenheit des Bodens noch augenfälliger wird.

Die folgenden drei Profilbeschreibungen, a, b und c, sind Feldbuchnotizen zu DAFIS (1962) entnommen und nach eigenen Beobachtungen teils leicht geändert.

Die mit dem Boden des frischen Hangbuchenmischwaldes begonnene Reihe der reinen Mergelböden findet ihre Fortsetzung mit dem Boden des Mehlbeeren-Hangbuchenwaldes mit Pfeifengras. Dieser erhält in der Regel keine Hangwasserzufuhr mehr, da er vorwiegend an oberen Hangpartien oder Spornen verbreitet ist. Er neigt deshalb in niederschlagsfreien Zeiten zu Trockenheit. Bei nasser Witterung saugt sich der Mergel jedoch mit Wasser voll. Die Standortverhältnisse erlauben immerhin eine ausreichende biologische Aktivität. Trotz relativ häufiger Hangrutschungen wird ein bis 40 cm mächtiger Mullhorizont geschaffen.

Dichte des Mergels, Trockenheit, Nässe und ihr Wechsel werden zunehmend stärker beim Buchen-Hangföhren- und beim Pfeifengras-Hangföhrenwald. Mächtigkeit des Mullhorizontes, biologische Aktivität und Humusgehalt nehmen ab. Der Mergel erhält in Nässezeiten schwammig-schmierige Konsistenz und dörft in Trockenzeiten oberflächlich fast zur Härte von Backsteinen aus (FABIJANOWSKI 1950). Diese Standortbedingungen verhindern die Bodenbildung und fördern die erosive Tätigkeit (vgl. REHDER 1962).

Die Hang-Ahorn-Eschenwälder treten auf kolluvialen Ablagerungen am Hangfuß auf. Infolge reichlicher Hangwasserzufuhr werden dort Gleyböden gebildet. Sehr deutlich kommt der kolluviale Charakter im Profil f/18 eines Hang-Ahorn-Eschenwald-Bestandes zum Ausdruck, wo drei fossile A₁-Horizonte innerhalb eines 160 cm tiefen Aufschlusses zu erkennen sind. Sie sind,

wie die dazwischenliegenden mergeligen Ablagerungen, vergleyt. Der Wasserstau reicht zeitweilig bis dicht unter den rezenten Mullhorizont in 40 cm unter Flur empor. In der Profilgrube wurde nach mehreren niederschlagsfreien Tagen ein Wasserspiegel in 130 cm Tiefe vorgefunden. Wasseraustritt aus der Profilwand wurde jedoch schon in 1 m Tiefe festgestellt. Das Profil scheint nicht dauernd vernäßt zu sein, denn Kontrastgley war nur in extrem undurchlässigen Tonlinsen anzutreffen, und feine Wurzeln dringen bis in 150 cm Tiefe vor. Die biologische Aktivität im Oberboden kann mit derjenigen der Ahorn-Eschenwälder mehr oder weniger ebener Lagen verglichen werden. Der Humusgehalt ist eher geringer, die Mächtigkeit des A₁-Horizontes (40 cm) eher größer.

Der Boden des Hang-Ahorn-Eschenwaldes mit Riesenschachtelhalm (g/22) mit seiner Sumpfvvariante (g/23) wurde im Abschnitt II A besprochen. Einzelheiten entnehme man den Profilzeichnungen.

C. Vegetationseinheiten und Standorte ebener oder wenig geneigter Lagen

α) Buchenreiche Laubmischwälder

1. Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge

Der Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge ist soziologisch charakterisiert durch die Bergseggen-Gruppe (A) und das Fehlen der Sauerklee-Gruppe (F). Für die Abgrenzung unwichtig ist das Vorkommen von Arten aus den Differentialartengruppen B, C, D und E. Die Feuchtigkeitszeiger (G bis L) fehlen ohnehin.

Als besonders zuverlässig haben sich aus der Gruppe A *Carex montana* und *Lathyrus montanus* erwiesen (Abb. 3, S. 45). Sie erscheinen in Tabelle 1 (Anhang) als stete Arten. *Veronica officinalis* ist ebenfalls ein sicherer Zeiger, wogegen die andern Arten gelegentlich auch in den Gesellschaften der frischeren Standorte auftreten können, wenn ihnen Mensch oder Tier einen vorübergehend konkurrenzlosen Platz schaffen. So sind *Crataegus monogyna* und *Sorbus aria* häufig in gelichteten Beständen des typischen Traubeneichen-Buchenwaldes und des frischen Buchenmischwaldes. *Hieracium murorum* und *Melica nutans* sowie *Carex flacca* werden an Waldrändern, im Einflußbereich von Wegschneisen, an Wegböschungen, stark betretenen Stellen und auf Wildwechseln in diesen Gesellschaften öfters angetroffen.

Der Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge besiedelt die trockensten Standorte in den mehr oder minder ebenen Moränenlagen des Lehrwaldes. Er ist an «Verlustlagen» gebunden, die durch oberflächlichen Wasserabfluß trockener und nährstoffärmer sind als ihre Umgebung, z. B. an Kuppen und Sporne oder an Hangkanten, wo nach unten meist die Steilhangvegetation anschließt. Diese Lagen sind gekennzeichnet durch Streuverluste sowie durch ständige Flächen-

erosion, so daß der kalkreiche Untergrund stets in wurzelerreichbarer Nähe bleibt.

Die oberflächliche, durch starke Auswaschung bedingte Versauerung und die Bildung von Modernestern macht Arten wie *Lathyrus montanus* und *Veronica officinalis*, aber auch Arten der Differentialartengruppe B, z. B. *Luzula luzuloides* und *Vaccinium myrtillus*, konkurrenzfähig. Durch den Kalkgehalt im Unterboden werden jedoch gleichzeitig tiefwurzeln- und basenanspruchsvolle Baum- und Straucharten wie *Sorbus aria* und *Crataegus monogyna*, weiter die in Gruppe B aufgeführten «Kalksträucher» *Ligustrum vulgare*, *Rosa arvensis* und *Viburnum lantana* begünstigt. Auch das Vorhandensein von *Carex flacca*, *Cephalanthera damasonium* und *Lathyrus vernus* ist auf den Kalkreichtum des Unterbodens zurückzuführen. Die Trockenheit des Bodens bewirkt zudem, daß sich die mit ihrer weiten ökologischen Amplitude stets noch konkurrenzkräftige *Carex montana* ausbreiten kann. Ihr fleckenweise rasiges Auftreten deutet auf das besondere Lichtklima hin. Durch das relativ wenig dichte Blattwerk der in ihrer Vitalität infolge Trockenheit eingeschränkten Buche und der ohnehin weniger schattenspendenden Eiche wird der Strauch- oder Krautschicht ziemlich viel Licht zuteil (Abb. 3, S. 45). Meist bewirkt die orographische Sonderlage einen zusätzlichen seitlichen Lichteinfall. Dies dürfte auch die Ursache für das stete Vorkommen von *Potentilla sterilis* sein. Sie galt seit BRAUN-BLANQUET (1932) als Assoziations-Charakterart der «Querco-Carpineten», konnte sich als lichtbedürftige Art in diesen jedoch nur halten, weil ihr die Mittelwaldwirtschaft immer wieder günstige Lichtverhältnisse schuf. Im Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge kommen solche von Natur aus vor.

Der Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge bildet den Kern des von ETTER (1943) etwas weiter gefaßten *Querco-Carpinetum luzuletosum*. Dessen Eichen-Hagebuchenwaldcharakter stammt jedoch aus der ehemaligen Bewirtschaftung als Mittelwald, was noch heute an vielen Orten zu beobachten ist (vgl. Abb. 3). Heute kann es als gesichert gelten, daß dieser Waldtyp von Natur aus buchenreich ist (ELLENBERG 1963). Auch ETTER (1943) fand die Buche mit 96% Stetigkeit und meistens mit hohem Deckungswert in diesen Wäldern vor. Als Hochwald bewirtschaftete Bestände mit derselben Strauch- und Krautartengarnitur wurden von ETTER (1947a) als Versauerungsstadien des *Fagetum finicola* bezeichnet. Für das *Fagetum finicola* oder *Carici-Fagetum* im Sinne von ETTER (1947a) oder MOOR (1952) ist der Standort des Traubeneichen-Buchenwaldes mit Bergsegge im Oberboden zu wenig basenreich. Wäre auch der Unterboden kalkfrei, so würde ein *Melampyro-Fagetum* entstehen, ähnlich wie etwa auf den Deckenschottern im südöstlichen Vorland des Lägermrückens. Dessen Bodenprofil weist einen mehr oder minder mächtigen Rohhumushorizont auf, der hauptsächlich aus Moosen (*Leucobryum glaucum*, *Dicranum scoparium*, *Dicranella heteromalla* usw. ELLENBERG 1963) gebildet wird, wogegen die Modernester des Traubeneichen-Buchenwaldes mit Bergsegge Laubdetritus darstellen. So vermittelt der Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge zwischen den Kalk-Buchenwäldern und den bodensaurigen Buchenwäldern. Neuerdings wird das *Carici-Fagetum* etwas weiter als von MOOR (1952) gefaßt. FREHNER (1963) z. B. bezeichnet seinen «Seggen-Buchenwald», dem der Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge sehr nahekommt, als *Carici-Fagetum*. Es wäre indessen wünschenswert, diese saure Variante des *Carici-Fagetum* systematisch zu definieren. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit ist dies nicht möglich, weil dazu Aufnahmen aus dem gesamten Verbreitungsgebiet der Seggen-Buchenwälder herangezogen werden müßten.

2. Typischer Traubeneichen-Buchenwald

Für den typischen Traubeneichen-Buchenwald ist im wesentlichen das Vorhandensein der Fingerseggen- (B) und der Sauerklee-Gruppe (F) sowie das Fehlen der Bergseggen-Gruppe (A) bezeichnend. Die Differentialgruppen C, D und E sind vorhanden, aber für die Abgrenzung nicht verwendbar. Die Feuchtigkeitszeiger (Gruppen G bis L) fehlen auch dieser Gesellschaft. Sie im Gelände anzusprechen, gelingt meist ohne Schwierigkeiten, weil *Carex digitata* mit *Lathyrus vernus*, *Luzula luzuloides*, *Luzula pilosa* oder *Polytrichum formosum* meist vorhanden ist. Bei der Kartierung ergab sich, daß gelegentlich etwas weniger zuverlässige Arten der Gruppe A, wie *Hieracium murorum* oder *Melica nutans*, auftreten, vor allem in gelichteten Beständen. Für den typischen Traubeneichen-Buchenwald wurde in solchen Fällen entschieden, wenn die Gruppe F überwog.

Der typische Traubeneichen-Buchenwald ist auf wenig ausgeprägten Kuppen und schwach vorgewölbten Hangteilen verbreitet, wenn der Boden durch schotterartige Moränen gebildet wird. Diese Standorte sind weniger extrem als diejenigen des Traubeneichen-Buchenwaldes mit Bergsegge. Der Boden trocknet zwar zeitweilig ebenfalls aus, jedoch nur mäßig, wie aus dem Gedeihen der anspruchsvolleren Sauerklee-Gruppe (F) geschlossen werden darf. Mit Ausnahme von *Dryopteris spinulosa* haben die in ihr vereinigten Arten ihr Verbreitungsoptimum auf frischen, nährstoff- und basenreichen, biologisch tätigen, lockeren Böden, können jedoch auf den etwas weniger günstigen Standorten des typischen Traubeneichen-Buchenwaldes bereits gedeihen. Andererseits sind manche Arten der Fingerseggen-Gruppe (B) nicht mehr so reichlich vertreten wie in der Einheit mit Bergsegge. *Vaccinium myrtillus* und wohl auch *Solidago virgaurea* und *Prenanthes purpurea* sind an diesen Standorten auf Moder angewiesen, weil ihnen dort kaum Konkurrenz erwächst. Da der Boden stellenweise tiefgründig entbast und deshalb oberflächlich sehr sauer ist, können sich *Luzula luzuloides* und *pilosa* sowie *Polytrichum formosum* und *Vaccinium myrtillus* ausbreiten. An manchen Orten ist der Unterboden für gutes Wachstum von *Cephalanthera damasonium* und *Lathyrus vernus*, gelegentlich auch von *Pulmonaria obscura* und von «Kalksträuchern» aber noch kalkreich genug. Man könnte eine eher basikline von einer azidoklinen Ausbildung des typischen Traubeneichen-Buchenwaldes trennen, wie sich in Tabelle 1 (Anhang) andeutet. Dieser Unterschied macht sich aber im Lehrwald in der natürlichen Baumartenzusammensetzung und in der Verjüngung der Bäume kaum bemerkbar, weil die Trockenheit ausschlaggebender Faktor ist. Gegen eine Auftrennung in zwei Ausbildungen spricht auch das stete Vorkommen der Basenreichtum bevorzugenden *Carex digitata* in beiden Ausbildungsformen sowie die beim Kartieren oft wiederholte Beobachtung, daß basiphile und azidophile Arten meist auf engem Raum miteinander abwechseln.

«Kalksträucher» wie *Viburnum lantana*, *Ligustrum vulgare* und *Rosa arvensis* treten im typischen Traubeneichen-Buchenwald nicht mehr in dem Maße auf wie im Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge. Dies ist wahrscheinlich in

erster Linie auf den geringeren Lichtgenuß des Unterwuchses zurückzuführen, denn Kalk ist ja im Boden beider Gesellschaften reichlich vorhanden. Die Buche entwickelt auf diesem Standort eine beachtliche Wuchskraft und bildet ein ziemlich schattiges Kronendach. In dieselbe Richtung weist das Zurücktreten von *Potentilla sterilis*, die ja sehr lichtbedürftig ist.

Wie andere Wälder der warmen, tiefliegenden Teile Mitteleuropas wurde der typische Traubeneichen-Buchenwald früher als Mittelwald bewirtschaftet. Aufgrund des Vorkommens von Traubeneiche, *Luzula luzuloides* und anderer Arten, namentlich Säurezeigern wie *Lathyrus montanus* und *Veronica officinalis*, wurden solche eichenreiche Ausbildungen von ETTER (1943) zum *Quercus-Carpinetum luzuletosum* und von STAMM (1938) teilweise zu den recht uneinheitlichen Subassoziationen *fagetosum* und *acidiphilum* des *Quercus-Carpinetum* gestellt. Aus ähnlichen Gründen, wie sie in der Beschreibung des frischen Buchenmischwaldes dargelegt werden (S. 31), sind Bestände des typischen Traubeneichen-Buchenwaldes von ETTER (1947) als «Versauerungsstadien des *Fagetum milietosum*» aufgefaßt und später als *Luzula luzuloides*-Variante des *Fagetum majanthemetosum* (ETTER 1947a) bezeichnet worden. Dieses weist jedoch wie das *Melico-Fagetum luzuletosum* FREHNERS (1963), das standörtlich mit den frischen Braunerde-Buchenwäldern verwandt ist, keine Kalkzeiger auf. Deshalb darf diesen Gesellschaften der typische Traubeneichen-Buchenwald des Lehrwaldes nicht gleichgesetzt werden. KLÖTZLI (1965 u. mdl.) erwähnt aus der Würmmoränen-Landschaft des östlichen Aargauer Mittellandes eine *Luzula*-Variante des *Melico-Fagetum pulmonarietosum* SCAMONI (1960), das unserem typischen Traubeneichen-Buchenwald entsprechen dürfte.

3. Frischer Buchenmischwald

Floristische und ökologische Beschreibung

Die ökologische Mittelstellung des frischen Buchenmischwaldes geht aus der Abwesenheit sowohl aller Trockenheits- und Säurezeiger (Gruppen A und B) als auch sämtlicher Feuchtigkeit und Basenreichtum erfordernden Arten (Gruppen G bis L) hervor. Vorhanden sind Arten mit weiten ökologischen Amplituden, die – mit Ausnahme von *Deschampsia caespitosa* (vgl. IICβ5) – mittlere Verhältnisse deutlich bevorzugen und nasse Standorte meiden, nämlich die Buchen- (C), Rapunzel- (D) und Waldseggengruppe (E). Auch die auf den trockenen Böden fehlende Sauerkleegruppe (F) ist vorhanden.

Von diesen Artengruppen sind aber jeweils nur wenige Vertreter zu finden. Bezeichnenderweise sind es in erster Linie die schattenertragenden: *Oxalis acetosella*, *Asperula odorata*, *Carex silvatica*, *Lamium galeobdolon*, *Viola silvestris*, *Primula elatior* und die Farne (Abb. 4, S. 45). Lichtmangel ist offenbar auch die Hauptursache für das Fehlen eigentlicher Sträucher. Verantwortlich dafür ist die Buche, die nirgends größere Lebenskraft als in dieser Gesellschaft entwickelt, weil für sie optimale Bedingungen herrschen (vgl. ELLENBERG 1963, S. 163 ff.). Mit dieser Eigenschaft bildet sie unter natürlichen Verhältnissen einen «Hallenwald», dessen dichtes Laubdach nur mehr wenig Licht auf den Boden dringen läßt.

Naturnahe Bestände, die bei der Kartierung leicht angesprochen werden können, sind jedoch in einem intensiv bewirtschafteten Wald wie dem Lehrrevier selten, obschon oder gerade weil der frische Buchenmischwald die weitestverbreitete Gesellschaft darstellt. Denn er bietet gleichzeitig waldbaulich die größ-

ten Möglichkeiten, sind doch Wasserhaushalt und Durchlüftung des Bodens optimal ausgeglichen und die Nährstoffversorgung so gut, daß bei entsprechender Pflege sämtliche Baumarten gut gedeihen. Bei der Kartierung treten besonders dort Schwierigkeiten auf, wo durch Windwurf, Schneedruckschäden oder auch bei der Durchforstung von Baum- und Althölzern vorübergehend Bestandeslücken entstanden sind. In ihnen gelangen mehr Niederschläge auf den Boden und wird weniger Wasser durch Transpiration verbraucht, was die Ansiedlung von Feuchtigkeitszeigern wie *Stachys silvatica*, *Mnium undulatum*, *Geranium robertianum* und *Cirsium oleraceum* sowie von Eschenverjüngung fördert. Dadurch entsteht der Eindruck, als hätte man es mit einem von Natur aus feuchteren Standort zu tun. Die Entscheidung, welche Einheit zu kartieren sei, mußte in solchen Fällen aufgrund des Reliefs und der Eigenschaften des Bodenprofils gefällt werden. Auf größeren Blößen oder in stark gelichteten Beständen dagegen verunkrautet der Boden sehr rasch, wobei *Brachypodium silvaticum*, zusammen mit Wiesengräsern und -kräutern wie *Dactylis glomerata* und *Lathyrus pratensis* einen dichten Rasen bilden. Darin sind oft *Hieracium murorum* und *Melica nutans* aus der Gruppe A zu finden. Da der Feuchtigkeitsentzug durch diesen Rasen groß und die Konkurrenz stark ist, fehlen eigentliche Feuchtigkeitszeiger auf diesen Flächen. Einige Stickstoffzeiger wie *Geranium robertianum*, *Eupatorium cannabinum* oder *Atropa belladonna* und *Cirsium arvense* deuten auf eine gewisse Störung im Nährstoffumlauf hin.

Auf Standorten des frischen Buchenmischwaldes verjüngt sich die Buche ausgezeichnet. In naturnahen Altbeständen wird die Krautschicht vorwiegend von jungen Eschen und Buchen gebildet, wobei die Eschenkeimlinge und -sämlinge infolge Lichtmangels bald zugrunde gehen. In der Strauchschicht verbleiben später nur die Buchen. Wird die Verjüngung durch den Förster absichtlich eingeleitet, bildet Buchenjungwuchs einen derart dichten Bodenbewuchs, daß ohne Eingriff keine andern Baumarten bestehen können und Kräuter ohnehin verdrängt werden. Bis die Buche die Baumholzstufe erreicht hat, stellt sich keine Bodenflora ein. In solchen Fällen ist die pflanzensoziologische Kartierung schwierig, wenn die Bestände gleichen Alters eine gewisse Ausdehnung überschreiten, nicht nur weil die Dickungen und z. T. auch die Stangenhölzer meist ziemlich undurchdringlich sind, sondern weil eine üppige Buchenverjüngung nicht auf den frischen Buchenmischwald beschränkt ist. Sie ist auch in den angrenzenden Gesellschaften (2, 4) sehr wohl möglich. In der Praxis der Kartierung wurden allfällig in umgebenden älteren Beständen festgestellte Vegetationsgrenzen mit Hilfe der Geländeerfahrung und des Bodenbohrers durch die Verjüngung hindurch verfolgt. Die betreffenden Grenzen wurden dann in die Karte meist gestrichelt eingetragen, um ihre geringe Sicherheit anzudeuten.

Vergleich mit ähnlichen Gesellschaften in der Literatur

Die natürlichen Waldgesellschaften auf mehr oder weniger tiefgründigen Böden der Tieflagen Mitteleuropas wurden von ELLENBERG (1963) als «Braunerde-Buchenwälder» eingehend beschrieben. Deren häufigste Ausbildungsform

ist der Perlgras-Buchenwald. In der Schweiz entspricht dieser Gesellschaft am ehesten der frische Buchenmischwald.

Besonderer Erörterung bedarf die Entwicklung der pflanzensoziologischen Systematik in der Schweiz. Der frische Buchenmischwald wurde trotz seiner großen Verbreitung in der Schweiz in der früheren pflanzensoziologischen Literatur nicht als selbständige Pflanzengesellschaft erkannt. Dies ist verständlich, denn durch ein System von Einheiten, die durch Charakterarten gekennzeichnet werden, kann eine Assoziation nicht gut erfaßt werden, die eine Mittelstellung einnimmt und keine einzige Art enthält, die nicht auch in andern Laubmischwäldern vorkäme. In den tieferen Lagen des Mittellandes, wo durch Mittelwaldwirtschaft eichenreiche Wälder mit viel Hainbuche entstanden waren, lag die Zuordnung zum Eichen-Hainbuchenwald nahe. Wenn *Geum urbanum*, *Circaea lutetiana* oder *Primula elatior* in den Aufnahmen vorhanden waren, wurden sie von ETTER (1943) zum *Quercus-Carpinetum aretosum* gestellt, weil diese Arten damals allgemein als Charakterarten der Eichen-Hainbuchenwälder galten. Fehlten sie, so wurden die Bestände als Übergang vom *Q.-C. aretosum* zum *Q.-C. luzuletosum* bezeichnet, z. B. von ETTER et MORIER-GENOUD (1963) sowie auf verschiedenen früheren, unveröffentlichten Vegetationskarten.

Aus abgelegenen Gebieten, die niemals als Mittelwald bewirtschaftet wurden, wie dem Sihlwald, fehlt es jedoch auch in der älteren Literatur nicht an Hinweisen auf Buchenwälder, die auf Braunerden mittlerer Sättigung stocken. So bezeichnete ETTER (1947) einen «schwach als *Fagetum* ausgewiesenen Buchenwald» aus dem Sihlwald als hirsenreichen Buchenwald (*Fagetum milietosum*), den er später (1947a) als in der westlichen Hälfte der Schweiz verbreitetes *Fagetum majanthemetosum* faßte und mit dessen *Lysimachia nemorum*-Variante unser frischer Buchenmischwald in der Artengarnitur auffallend übereinstimmt. Als eigenständige Gesellschaften werden mittlere Buchenwälder in der Schweiz aber erst in der jüngsten Literatur beschrieben. FREHNER (1963) verwendet den von ETTER (1947) zuerst gewählten Namen für Buchenwälder auf frischen Böden der unteren Montanstufe des westlichen Aargauer Mittellandes und bezeichnet sie als *Milio-Fagetum*. Entsprechende Wälder der Submontanstufe werden von demselben Autor in Anlehnung an KNAPP (1942 zit.) *Melico-Fagetum* genannt, obwohl *Melica uniflora* fehlt. Die Subassoziation *asperuletosum* dieses von FREHNER auch als «Seegras-Buchenwald» bezeichneten Braunerde-Buchenwaldes dürfte in ihrer typischen Variante etwa dem frischen Buchenmischwald des Lehrwaldes entsprechen. Die Böden im Untersuchungsgebiet von FREHNER (1963) sind jedoch aus kalkarmer Molasse entstanden und deshalb auch im Unterboden sauer, was eine veränderte Artenkombination bewirkt. FREHNER'S *Melico-Fagetum asperuletosum* beherbergt einerseits säureertragende Arten der Gruppen A und B des Lehrwaldes, infolge Basenreichtums und genügender Feuchtigkeit hingegen auch solche der Gruppen G und H.

β) Buchenarme bis -freie Laubmischwälder

4. Stieleichen-Hagebuchenwald

Die gute Wasserversorgung des Stieleichen-Hagebuchenwaldes äußert sich floristisch im Auftreten der Bergahorn- (G) und der Bärlauch-Gruppe (H). Nässezeiger (Gruppen I bis L) fehlen ebenso wie Trockenheitszeiger (Gruppen A und B).

Die Differentialartengruppen C, D, E und F sind teilweise recht stark vertreten. Einzig *Fagus silvatica* tritt gegenüber den buchenreichen Gesellschaften merklich zurück. Allein würde sie zwar durchaus imstande sein, auf diesem Standort geschlossene Bestände zu bilden, was sie durch ihre reichliche Verjüngung bezeugt. Als Baumart, die gut durchlüftete Böden fordert, muß sie indessen auf den schweren, tonigen und im Untergrund staunassen Böden des Stieleichen-Hagebuchenwaldes in ihrer Vitalität geschwächt sein (ELLENBERG 1963) und die Vorherrschaft den auf diesem Standort konkurrenzkräftigeren Baumarten Bergahorn, Esche, Bergulme und Stieleiche abtreten. Zuweilen ist auch die Schwarzerle einzeln beigemischt. So tritt die Buche nur noch gelegentlich in der Bestandesoberschicht in Erscheinung. In den meisten Fällen bildet sie, dank ihrer Schattenfestigkeit, mit der ebenfalls schattenertragenden Hainbuche zusammen, die Mittel- und Unterschicht, was in der Tabelle 1 (Anhang) leider nicht zum Ausdruck kommt, weil hier nur Mengen für die gesamte Baum-schicht angegeben sind. In der Aufnahme Nr. 27 hat man beispielsweise den Eindruck eines buchenbeherrschten Waldes, weil die Buche mit der Menge 5 vermerkt ist. Im Protokollheft wurde sie jedoch mit der Menge 4 im Nebenbestand und nur mit 2 in der Oberschicht vermerkt.

Der Stieleichen-Hagebuchenwald vermittelt also zwischen den buchenreichen und den buchenfreien Waldgesellschaften. Er ist auf sickerfeuchten, leicht geneigten Hängen und in fluvioglazialen Mulden verbreitet, wo sich bei Gewässer-ruhe Staub und Ton niedersetzen konnten. Als Folge der gehemmten Drainage findet in der gleyartigen Braunerde fast keine Auswaschung statt. Die Böden des Stieleichen-Hagebuchenwaldes sind demnach basen- und nährstoffreich und in der Reaktion neutral.

Solche Standortsverhältnisse werden durch die Differentialartengruppen G und H angezeigt, die sich nur in ihrem Verhalten auf nasseren Standorten unterscheiden. Die Gruppe H erträgt Nässe, G meidet sie. Alle Arten bevorzugen tiefgründige, grundfeuchte, nährstoff- und basenreiche, bindige Mullböden. Einige von ihnen sind geradezu Zeiger für oberflächennahen Wasserspiegel (*Prunus padus*, *Carex pendula*), andere zuverlässige Feuchtigkeits- und Nährstoffzeiger (*Allium ursinum*, *Paris quadrifolia*, *Arum maculatum*, *Stachys silvatica*, *Ranunculus ficaria*) oder Zeiger für Stickstoffreichtum (*Geranium robertianum*, *Sambucus nigra*). Die Moose *Eurhynchium praelongum* und *Mnium undulatum* deuten auf immerwährende genügende Feuchtigkeit und Nährstoffreichtum sowie vorzüglichen Humuszustand im Oberboden hin, denn sie entwickeln sich nur dort, wo die Laubstreu schon im Frühjahr fast restlos abgebaut ist. Durch den Basenreichtum werden hier und da Arten aus der Gruppe B auch auf diesem Standort konkurrenzfähig, so *Carex digitata* und *Lathyrus vernus*. Auf die starke Konkurrenzkraft anspruchsvoller tiefwurzelnder Arten auf neutralen Böden weisen ELLENBERG (1939) und SCHÖNHAR (1952) hin. Darunter fallen, außer den erwähnten, *Phyteuma spicatum*, *Polygonatum multiflorum*, *Pulmonaria obscura*, *Carex silvatica*, *Brachypodium silvaticum*, *Primula elatior*, *Stachys silvatica* und die Farne außer *Dryopteris spinulosa*.

Ebenso charakteristisch wie die Artenkombination ist für den Stieleichen-Hagebuchenwald die ausgeprägte jahreszeitliche Veränderung in der Krautschicht (vgl. auch ELLENBERG 1939, S. 17ff., und KLÖTZLI 1965, Tab. 4). Lange bevor die Bäume im Frühjahr ihre Blätter entfalten, bedeckt *Allium ursinum* zusammen mit *Anemone nemorosa* und *Primula elatior*, wie auch stellenweise *Arum maculatum* und *Ranunculus ficaria* den Boden mit einem dichten, grünen Rasen, welcher nur gelegentlich durch Horste von *Carex silvatica*, *Deschampsia caespitosa* und *Carex pendula* unterbrochen wird (Abb. 5, S. 46). *Lamium galeobdolon* und *Viola silvestris* werden als wintergrüne Bodenkriecher vorübergehend fast ganz zugedeckt. Wenn die Sträucher und die unteren Äste der Bäume zu ergrünen beginnen, öffnen sich in dem Teppich der Frühlingsgeophyten weiße und bunte Blüten. Ist das Kronendach aufgebaut, haben sie die Fruchtbildung bereits abgeschlossen, und schon gegen Ende Mai bleiben von ihnen auf dem jetzt fast kahlen Boden nur noch spärliche, vergilbte Reste übrig (vgl. Abb. 6, S. 46). Während sie verschwinden, beginnen an etwas lichter Stellen die sommergrünen Arten sich zu entfalten und zu blühen, zuerst *Phyteuma spicatum*, *Paris quadrifolia*, *Geum urbanum* und – in der sich wieder aufbauenden Fülle, mit dem feingegliederten Blatt dem Blick fast entgehend – *Geranium robertianum*. Spät treten *Stachys silvatica* und *Circaea lutetiana* hervor. Interessant ist im Zusammenhang mit der Phänologie des Stieleichen-Hagebuchenwaldes das Verhalten von *Anemone nemorosa* auf anderen Standorten. Je nährstoffärmer der Standort wird, um so länger hält diese Art aus, wie schon ELLENBERG (1939) beobachtete. Ist im Stieleichen-Hagebuchenwald anfangs Juni bereits kaum mehr ein Blatt sichtbar, kann sie im Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge noch bis in den September hinein angetroffen werden.

In der Zeit zwischen dem Vergilben der Frühlingsgeophyten und dem verhältnismäßig späten und zudem nicht regelmäßigen Hervortreten der übrigen Arten aus den Gruppen G und H ist es oft recht schwer, den Eichen-Hagebuchenwald von anderen Gesellschaften abzugrenzen, um so mehr, als *Sanicula europaea* und *Paris quadrifolia* gelegentlich auch auf trockene Standorte übergreifen, wenn diese basenreich genug sind (vgl. FREHNER 1963: *Melico-Fagetum asperuletosum*). Man kann in solchen Fällen nicht umhin, einen späteren Termin, unter Umständen sogar das nächste Frühjahr, abzuwarten oder bodenkundliche Erfahrungen beim Kartieren zu Hilfe zu nehmen. Dies wird auch in Jungwuchs und Dickungen notwendig, weil die Buche sich hier annähernd so gut wie in trockeneren Einheiten verjüngt.

Der Stieleichen-Hagebuchenwald bildet ökologisch wie floristisch das Zentrum des von ETTER (1943) beschriebenen *Quercus-Carpinetum aretosum*, von dem der relativ trockenere Teil zum frischen Buchenmischwald in dem hier gebrauchten Sinne gestellt werden muß. Die nassen Ausbildungen des ETTERSchen Aronstab-Eichen-Hagebuchenwaldes mit *Filipendula ulmaria* und *Crepis paludosa* gehören zu dem nachfolgend beschriebenen Ahorn-Eschenwald. Außer von ETTER sind ähnliche Gesellschaften für die Schweiz nur noch von STAMM (1938) beschrieben worden. In den Florenlisten des *Q.-C. alnetosum* und *fagetosum* dieser Autorin finden sich Bestände, die zu unserem typischen Traubeneichen-Buchenwald, frischen Buchenmischwald oder Eichen-Hagebuchenwald zu rechnen sind. *Q.-C. aretosum* ETTER (1943) und *Q.-C. alnetosum* STAMM (1938) werden von OBERDORFER (1957) als *Galio-Carpinetum circaetosum* bezeichnet. Er trennt eine Schweizer Vorlandrasse der Subassoziation von anderen geographischen Rassen ab.

Nur mit Vorbehalt sei die standörtliche Ähnlichkeit des Stieleichen-Hagebuchenwaldes zu dem von PASSARGE (1959) erwähnten *Fraxino-Fagetum corydaletosum* aus dem Jungmoränen-

gebiet des Baltikums angedeutet. Schließlich werden noch Gesellschaften wie *Melico-Fagetum circaetosum* (OBERDORFER 1957), *M.-F. ficarietosum* (PASSARGE 1959) und *M.-F. pulmonarietosum* (SCAMONI 1960) vermerkt, weil auch im Lehrwald etwas weniger stauwasserbeeinflusste, zwischen dem Stieleichen-Hagebuchen- und dem frischen Buchenmischwald stehende Standorte vorkommen, wo die Buche im Naturwald wahrscheinlich die Herrschaft antreten kann. Da dies nur für wenige und kleinflächige Stellen, beispielsweise im östlichen Teil unterhalb der Birmensdorferstraße oder auf den tonreichen, schweren Böden im Brand zutrifft, wurde auf die Ausscheidung einer solchen Zwischeneinheit und auf deren Kartierung verzichtet. Es handelt sich um Buchenbestände auf Braunerden, deren Krautschicht im Frühjahr fast nur aus einem *Allium ursinum*-Rasen besteht. Im Sommer ist hier der Boden beinahe kahl.

5. Ahorn-Eschenwald

Die Differentialartengruppen D bis H sind auch im Ahorn-Eschenwald noch vorhanden. Gegenüber dem Stieleichen-Hagebuchenwald tritt die Spierstauden-Gruppe (I) neu hinzu, während die Buchengruppe (C) im großen und ganzen an der Grenze des Ahorn-Eschenwaldes haltmacht. Unbeteiligt sind auch die Gruppen K, L, A und B.

Den Arten der Spierstaudengruppe ist eigentümlich, daß sie im Ahorn-Eschenwald nicht mit hoher Stetigkeit auftreten, was bedeutet, daß immer nur wenige von ihnen miteinander anzutreffen sind. Nichtsdestoweniger sind sie als Hochstauden wesentlich daran beteiligt, der Krautschicht eine auffallende Üppigkeit zu verleihen (Abb. 8, S. 47), die den Nährstoffreichtum des Standortes verrät. Ungewöhnlich kräftig gedeiht übrigens auch *Deschampsia caespitosa*, die zufolge ihrer tiefreichenden Wurzeln (bis 1 m) eine weite ökologische Amplitude hat, so daß sie auch auf trockenen Standorten noch konkurrenzkräftig ist. Ihr Optimum liegt jedoch eindeutig im Ahorn-Eschenwald, wo sie gewaltige Horste bildet, welche das sichere Ansprechen des Ahorn-Eschenwaldes bisweilen im winterkahlen Zustand erlauben (Abb. 9, S. 48).

Die Differentialartengruppe I weist mit ihren tiefwurzelnden, «großblättrigen und raschwachsenden, mehr oder minder hygromorphen und vermutlich durchweg stark nitrophilen Stauden» (ELLENBERG 1963, S. 249) auf grund- bzw. wechsellasse, nährstoff- und basenreiche Standorte in luftfeuchter Lage hin. *Filipendula ulmaria* und *Cirsium oleraceum* sind als Nässezeiger bekannt. Wo sie im Walde wachsen, ist der Gleyhorizont im Bodenprofil bereits ab ca. 20 cm Tiefe zu finden.

Die Zuordnung des Ahorn-Eschenwaldes zum *Aceri-Fraxinetum* (ETTER 1947a) unterliegt keinem Zweifel. Unklarheit herrscht bezüglich der Stellung innerhalb desselben. ETTER (1943) hat entsprechende Aufnahmen (Nr. 19, 24, 28, 118) zum *Quercus-Carpinetum aretosum* gestellt. Mit der Einführung des *Aceri-Fraxinetum caricetosum pendulae* (ETTER 1947a), das dem später zu beschreibenden Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm entspricht, wurde der Ahorn-Eschenwald der ebenen Lagen wieder nur am Rande erfaßt, so als «Entartungsform des *A.-F. caricetosum pendulae*» oder «Übergang vom feuchten Ahorn-Eschenwald zum staudenreichen Schwarzerlenwald». Sachlich wäre es richtiger gewesen, von einem Übergang zwischen *Q.-C. aretosum* und *Macrophorbio-Alnetum* zu sprechen. KLÖTZLI (1965) nennt aus dem nördlichen Mittelland eine dem Ahorn-Eschenwald ebener Lagen wahrscheinlich genau

entsprechende Gesellschaft «Jungmoränen-Ahorn-Eschenwald» oder *Aceri-Fraxinetum deschampsietosum caespitosi*, was wohl dem Charakter der im Lehrwald verbreiteten Gesellschaft am besten entspricht. Mit anderen aus der Literatur bekannten *Aceri-Fraxineten* und ähnlichen Gesellschaften (vgl. Literaturverzeichnis bei ETTER 1947a) hat unser Ahorn-Eschenwald nur wenig gemeinsam. Eine parallele Gesellschaft auf saurem Boden beschreibt FREHNER (1963) aus dem westlichen Aargauer Mittelland als *Aceri-Fraxinetum veronicetosum montanae*.

6. Eschen-Erlenwald

Der Eschen-Erlenwald wird einerseits durch die Anwesenheit der Sumpfszeggengruppe (K), anderseits durch die Abwesenheit der Gruppen D und G charakterisiert. Außerdem sind die Gruppen E, F, H und I vorhanden, während die Gruppen A, B und C fehlen.

Die auffälligste Pflanze in der Krautschicht des Eschen-Erlenwaldes ist die Sumpfsegge (*Carex acutiformis*), die mit ihren langen Ausläufern gleichmäßige Herden bildet und deren Blätter hüfthoch werden können (vgl. Abb. 10, S. 48). Wo sie ausnahmsweise fehlt, treten *Carex remota*, *Equisetum arvense* und *Deschampsia caespitosa* besonders in Erscheinung (Aufn. Nr. 42 in Tab. 1, Anhang), letztere jedoch längst nicht mehr mit den gleichen, weit ausladenden Horsten wie im Ahorn-Eschenwald.

Die Arten der Sumpfszeggengruppe sind fast ausnahmslos Staunässezeiger auf nährstoff- und basenreichen «Sumpfhumusböden» (OBERDORFER 1962). *Solanum dulcamara* und *Eupatorium cannabinum* gelten außerdem als Stickstoffzeiger.

In der Schweiz wurde der Eschen-Erlenwald, als «zwischen dem Schwarzerlenbruch und den feuchten *Fraxino-Carpinion*-Wäldern stehend», erstmals von ETTER (1947a) erwähnt und nach LEMÉE (1937 zit.) als *Macrophorbio-Alnetum glutinosae* bezeichnet. Da diese Gesellschaft jedoch ökologisch keine und floristisch wenig Ähnlichkeit mit eigentlichen Erlen-Bruchwäldern hat, wird sie heute in Übereinstimmung vieler Autoren (siehe OBERDORFER 1962, ELLENBERG 1963) von der Klasse der *Alnetea glutinosae* abgetrennt und den standörtlich näherstehenden *Querco-Fagetea* bzw. deren Ordnung *Fagetalia* als Verband *Alno-Padion* zugeordnet. Auch in der Bezeichnung der Assoziation wird eine Erinnerung an die Bruchwälder bewußt vermieden. Sie wird *Pruno-Fraxinetum* genannt, obwohl die Esche schlecht gedeiht und *Prunus padus* vielerorts im Eschen-Erlenwald fast fehlt. ELLENBERG (1961) schlägt den Namen *Fraxino-Alnetum* vor, welcher der natürlichen Baumarten-Zusammensetzung Rechnung trägt. FREHNER (1963) benennt seine nasseste Waldgesellschaft wiederum *Macrophorbio-Alnetum*, um sie von seinem etwas trockeneren Erlen-Eschenwald deutlich abzuheben und den «Großkräuter»-Charakter der Assoziation zu betonen. Besser wäre es, von einer nassen Ausbildung des *Pruno-Fraxinetum* zu sprechen (vgl. *Pruno-Fraxinetum iridetosum* KLÖTZLI 1967).

7. Quellsumpf

Die den Quellsumpf gegen die übrigen Gesellschaften differenzierende Sumpfdotterblumen-Gruppe (L) enthält zugleich die auffälligsten Arten, *Caltha palustris* und *Equisetum maximum*. Die Gruppe E fehlt nahezu ganz. Die Gruppen A bis D und G fehlen ohnehin, und von den Gruppen F sowie H bis K sind nur wenige Arten, und auch diese meist nur mit geringem Deckungswert, vorhanden.

Quellsümpfe kommen vorzugsweise an etwas geneigten Hängen in Bachrinnen oder in «Hangsäcken» (kleinen Mulden) mit Quellaufstößen und undurchlässigem Untergrund vor, die mit einer Kalotte von Morast (vgl. Kap. IIB) überdeckt werden. Solche Flächen können in Zeiten reicher Quell- und Niederschlags-tätigkeit kaum begangen werden, weil man knietief in den weichen, aber doch schweren Boden einsinken kann.

In den guten Ausbildungen erinnern die dichten, bis hüfthohen Riesenschachtelhalm-Bestände an Miniaturen von Schachtelhalm-Wäldern aus der Steinkohlenzeit. Im Unterwuchs der Schachtelhalm-Herden deckt mastiges Blattwerk von *Caltha palustris* und von nur wenigen anderen Kräutern, bisweilen unterbrochen von üppigen Horsten von *Carex remota* oder *pendula*, den Boden. Über die Schachtelhalme hinaus ragen im Sommer etwa die weißen Blütenstände der hohen Stauden *Filipendula ulmaria* oder *Valeriana officinalis* (vgl. Abb. 11, S. 49).

Wie ihre Standortsbedingungen sind Quellsümpfe nur sehr kleinflächig verbreitet. Sie nehmen meist nur einige Quadratmeter oder Aren innerhalb anderer Gesellschaften ein, etwa im frischen Buchenmischwald, im Stieleichen-Hagebuchen- oder im Ahorn-Eschenwald. Deshalb werden sie allseitig von vitalen Bäumen überschirmt, so daß der wenig waldfreundliche Standort nur selten Bäume duldet. Genau betrachtet, wachsen die in den Aufnahmen notierten Erlen und Eschen nicht im Sumpf, sondern an dessen Rand und auf Mineralerdebuckeln, die aus der Morastkalotte herausragen.

Man muß deshalb KÄSTNER (1941) beipflichten, wenn er seine dem Quellsumpf entsprechenden «Laubwaldsümpfe» als «baumfreie Assoziationen» ansieht und sie entgegen KOCH (1926) nicht mehr als *Carici remotae-Fraxinetum*, sondern als *Caricetum remotae* faßt. ELLENBERG (1963) glaubt zwar, daß sich diese Quellfluren «in voller Sonne anders entwickeln» würden. Eine Diskussion, was sich auf diesem Standort bei großflächigem Auftreten und unter höherem Lichtgenuß entwickeln würde, scheint jedoch müßig zu sein, weil der Quellsumpf stets nur kleinfleckig und in der Naturlandschaft nur im Waldschatten vorkommt. Am besten faßt man ihn als eine schattenbedingte, aber baumlose Dauergesellschaft auf.

D. Vegetationseinheiten und Standorte der Steilhänge

a) Föhrenreiche Wälder

a. Pfeifengras-Hangföhrenwald

Für den Pfeifengras-Hangföhrenwald ist das Auftreten der Differentialarten-gruppe der niedrigen Segge (A') bei gleichzeitigem Fehlen der Binkelkrautgruppe (E') charakteristisch. In der Strauchschicht ist *Amelanchier ovalis* bezeichnend. Das Bestandesbild wird indessen hauptsächlich durch die Arten der Gruppen B' und C' geprägt (Abb. 12, S. 49), die ihre Konkurrenzkraft auch an weniger extremen Standorten beibehalten und deshalb nicht als Differentialarten für den Hangföhrenwald gelten können. Vorhanden ist außerdem die Gruppe D', während Arten der Gruppen F' bis H' fehlen, weil sie größere und ausgeglichene Feuchtigkeit beanspruchen.

Der Pfeifengras-Hangföhrenwald (*Molinio-Pinetum*⁷ ETTER 1947a) kommt im Kartierungsbereich nur fragmentarisch an einer Stelle vor, die erst durch einen Anschnitt der Molasse beim Bau der Üetlibergbahn künstlich geschaffen wurde. Im anschließenden Üetliberg- und Albisgebiet ist er jedoch verbreitet (vgl. die Karte der potentiellen natürlichen Vegetation) und befindet sich hier im Zentrum seiner Verbreitung im schweizerischen Molasseland (SCHMID 1936). Ein weiteres Zentrum bilden die Effingermengel des Jura (ZOLLER 1951, 1954).

ETTER (1947a, hier auch ältere Literatur) verdanken wir die erste eingehende Standortcharakterisierung des Pfeifengras-Hangföhrenwaldes. Dieser besiedelt «weichgegliederte Bergflanken, weit ausholend offene, amphitheatrige Talhintergründe und eher die grat- und rippennahen Teile» der Mergelsteilhänge. Der entscheidende Standortsfaktor ist in den ungünstigen physikalischen Eigenschaften des weichen Molassemergels, zusammen mit der überall zu beobachtenden Erosion zu suchen. Unter dem kümmerlichen, lockeren Baumbestand, der nach REHDER (1962) und DAFIS (1962) nur selten höher als 8 m wird, findet man auf diesem Standort eine üppige Hochgrasflur vor (Abb. 12, S. 49). Diese enthält lichtbedürftige Arten, die Wechsell Trockenheit bzw. -feuchtigkeit ertragen. Bezeichnenderweise sind die meisten unter ihnen ausgesprochene Tiefwurzler, die in den Trockenperioden der Sommermonate die Feuchtigkeit in größeren Bodentiefen erreichen können. FABIJANOWSKI (1950) ermittelte gelegentlich auftretende Wassergehalte von nur 8% in 25 cm Tiefe und niedrigere Werte in den obersten Zentimetern, womit bei dieser Bodenart der permanente Welkepunkt sicher erreicht sein dürfte. Die Laubmischwaldpflanzen (Differentialartengruppen E', F' usw.) sind mit ihren hohen Ansprüchen an ausgeglichene Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse und mit ihrem meist hygromorphen Bau nicht befähigt, diese extremen Standorte zu besiedeln. An lokalklimatisch begünstigten Standorten treten gelegentlich tiefwurzelnnde Buchenwaldpflanzen der Gruppe D' auf.

⁷ Nach dem neuesten Diskussionsentwurf von OBERDORFER (1967) müßte diese Gesellschaft *Calamagrostio-Pinetum* genannt werden. Der Name *Molinio-Pinetum* soll für Föhrenwald-Gesellschaften der feinerdereicheren Alluvialböden des Alpenvorlandes verwendet werden.

b. Buchen-Hangföhrenwald

Gegenüber dem Pfeifengras-Hangföhrenwald tritt im Buchen-Hangföhrenwald die Differentialartengruppe der niedrigen Segge (A') mit der Bingelkrautgruppe (E'), zu der auch der Efeu gehört, zusammen auf. Die Gruppen B' bis D' kommen auch in dieser Gesellschaft vor, wogegen die Gruppen F' bis H' fehlen.

Der Buchen-Hangföhrenwald besiedelt ähnliche, aber bedeutend weniger extreme Standorte als der Pfeifengras-Hangföhrenwald. Die Böden sind von vornherein teils durch Rutschungen und Sackungen, teils durch geringeren Tongehalt lockerer oder waren in stabileren, meist weniger steilen Lagen der Bodenbildung länger unterworfen, was sich in erhöhter Gründigkeit und biologischer Aktivität bemerkbar macht. Die günstigeren Standortverhältnisse drücken sich im besseren Wachstum der Föhre aus. Wenn auch das Stärkenwachstum nicht wesentlich zunimmt, erreicht sie, gemessen am Pfeifengras-Hangföhrenwald, doch fast das Doppelte an Höhe (DAFIS 1962), nach den Schätzungen von REHDER (1962) sogar bis gegen 20 m.

Für den Buchen-Hangföhrenwald sind die üppig entwickelten, an Arten und Individuen zahlreichen Sträucher charakteristisch. Sie genießen durch den stufigen Bestandesaufbau, durch die Hanglage sowie den relativ geringen Schlußgrad der Baumkronen noch viel Licht. Der Krautschicht wird dagegen mehr Schatten zuteil. In ihr wachsen meistens schon Arten aus der Gruppe E', vor allem *Mercurialis perennis*, *Carex digitata* oder *Viola silvestris* (Abb. 13, S. 50). Die ausgeglicheneren Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse lassen indessen auch die meisten Arten der Gruppe C' kräftiger gedeihen. Geringerer Lichtgenuß und stärkere Konkurrenz bewirken einen beträchtlichen Rückgang der lichtbedürftigen eigentlichen Föhrenwaldpflanzen (Gruppe A').

Der Buchen-Hangföhrenwald wurde bisher nur von REHDER (1962) beschrieben, der ihn im Waldreservat Girstel entsprechend den Unterschieden in Boden und Mikroklima weiter differenzieren konnte. DAFIS' (1962) Gesellschaftseinheit II dürfte dem Buchen-Hangföhrenwald ungefähr entsprechen. Bestände, wie sie in Tab. 2 dieser Arbeit erscheinen, wurden von ETTER (1947a) als Sukzessionsstadien vom *Molinio-Pinetum* zum *Fagetum finicola* oder *Taxo-Fagetum* bezeichnet. Allerdings finden sich bei ihm auch Aufnahmen, die unserem Buchen-Hangföhrenwald zuzurechnen sind, und zwar in den Tabellen des *Molinio-Pinetum* (Nr. 26, 290) und des *Taxo-Fagetum* (Nr. 358, 368, 393).

β) Laubmischwälder

c. Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras

Der Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras ist gegen den Buchen-Hangföhrenwald durch das Fehlen der Differentialartengruppe A' und gegen den typischen Mehlbeeren-Hangbuchenwald durch das Vorhandensein der Pfeifengrasgruppe (B') abzugrenzen. Die Gruppen C', D' und E' sind großenteils reichlich vertreten, ohne jedoch diagnostisch wichtig zu sein. Die Waldseggengruppe (F') ist nur in einem Teil der Aufnahmen vorhanden, wodurch sie eine

Differenzierung der Gesellschaft in zwei Ausbildungsformen zuläßt. Die typische Ausbildung vermittelt zum Buchen-Hangföhrenwald, indem die Gruppe F' fehlt und oft noch *Carex humilis* beobachtet werden kann. In der Waldseggen-Ausbildung dagegen ist die Gruppe F' vorhanden, die ihr ein mesophileres Gepräge gibt. Dies drückt sich auch dadurch aus, daß die Bingelkrautgruppe (E') besser als in der typischen Ausbildung gedeiht – *Mercurialis perennis* kann rasig auftreten – und andere Buchenwaldbegleiter, die bei den «übrigen Kräutern» notiert sind, ebenfalls häufiger werden. Feuchtigkeit und Nässe zeigende Arten (Gruppen G' und H') fehlen im Mehlbeeren-Hangbuchenwald ohnehin.

Der Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras ist im Lehrwald Albisriederberg, wie die oben erwähnten beiden Gesellschaften, nur wenig und kleinflächig verbreitet. Da zudem die beiden Varianten eng miteinander verzahnt sind, konnten sie im Maßstab 1 : 5000 nicht ausgeschieden werden. Bei großflächigem Auftreten der Gesellschaft, wie etwa im Reppischtal, dürfte jedoch eine Trennung von waldbaulicher Bedeutung sein.

Der Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras wächst in weniger steilen Lagen als die vorigen Gesellschaften, liegt die Hangneigung doch in der Regel zwischen 40 und 60%. Ähnlich wie beim Buchen-Hangföhrenwald dürfte sich der Boden aus gerutschtem Molassematerial aufgebaut haben, was beispielsweise im Bodenprofil c (Abb. 2, Anhang) durch die harten Sandsteinbrocken in dem leicht sandigen Mergel angezeigt wird. Der Boden ist deshalb relativ locker, gut durchlüftet und tiefgründig. Als Maßstab für die besseren Standortverhältnisse gegenüber dem Buchen-Hangföhrenwald sei wiederum das Wachstum der Föhre genannt. Sie erreicht in der Bestandesoberschicht etwa 20 m Höhe und Jahrringbreiten bis gegen 2 mm (DAFIS 1962).

In der Unterschicht findet sich, meist truppweise, gern die Eibe (*Taxus baccata*). Sie scheint die kalkreichen Standorte der Molassesteilhänge besonders zu bevorzugen und kommt hier nur in den extremen Gesellschaften, dem Pfeifengras-Hangföhrenwald und dem Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm, nicht vor (vgl. REHDER 1962). Mit ihr und einigen ihr vermeintlich treuen Begleitern charakterisierte ETTER (1947a) ein *Taxo-Fagetum*, dessen Kern unser Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras darstellt. Sein *Taxo-Fagetum* umfaßt jedoch außerdem die hier beschriebenen Gesellschaften b und d, ist also recht heterogen. Zudem ist die Benennung der Assoziation nach *Taxus* unglücklich, weil diese nicht auf eine bestimmte Gesellschaft oder Gesellschaftsgruppe beschränkt ist, sondern von Natur aus wesentlich weiter verbreitet sein dürfte (ELLENBERG 1963), wenn auch ihre Verjüngungsfreudigkeit auf den einzelnen Standorten verschieden ist (LEIBUNDGUT, briefl. Mitteilung). Hinzu kommt, daß die Eibe in ebenen Lagen mit oberflächlich sauren Böden, als vom Rehwild besonders beliebt, regelmäßig stark verbissen wird (KLÖTZLI 1965). Hauptursache ihres Fehlens ist aber wahrscheinlich vielerorts die Tatsache, daß sie von den Bauern überall dort weggehauen wurde, wo diese mit den Pferden hinkamen (LEIBUNDGUT, briefl. Mitteilung), denn ihre vegetativen Organe sind für Pferde giftig. Andererseits wurde sie in der Nähe alter Städte und Burgen, wie etwa an den Steilhängen des Üetlibergs, als Lieferantin von Bogen- und Armbrustholz, in früheren Zeiten besonders gehegt (ELLENBERG 1963).

REHDER (1962) beschreibt im Anschluß an den Pfeifengras-Föhren-Buchenwald am Girstel einen «Traubeneichen-Buchenwald», der infolge sauren Bodens nicht mit dem Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras zusammengeworfen werden darf. Hingegen fand OBERDORFER (1957) in Südwestdeutschland Gesellschaften, die eine gewisse Ähnlichkeit mit unserem

Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras aufweisen, so das *Cephalanthero-Fagetum calamagrostetosum* oder *molinetosum*. Diese Gesellschaften ähneln jedoch z.T. eher unserem Buchen-Hangföhrenwald und enthalten überdies viele Arten, die bei uns nicht oder nur in andern Gesellschaften vorkommen.

d. Typischer Mehlbeeren-Hangbuchenwald

Der typische Mehlbeeren-Hangbuchenwald ist gegen den Mehlbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras durch das Fehlen der Differentialartengruppe B' und gegen den frischen Hangbuchenmischwald durch das Vorhandensein der Differentialartengruppe der schlaffen Segge (C') abgegrenzt. Die Gruppen D' und E' sind mit den meisten und die Gruppe F' mit einigen Arten reichlich vertreten. Die Föhrenwaldpflanzen (A') und die Feuchtigkeits- und Nässezeiger (Gruppen G' und H') fehlen.

In seiner Verbreitung ist der typische Mehlbeeren-Hangbuchenwald an die sandreichen Schichten der Molasse gebunden. Gegenüber den leicht erodierbaren, weiche Bergflanken und Mulden bildenden Mergeln formen die harten Sandsteine (Knauersandsteine) oft quer zur Achse des Albis-Höhenzugs vorstehende Rippen und Sporne. Vielerorts kommen mergelige Sandsteine auch im Schichtwechsel mit Mergeln hangbildend vor. Während die tonigen Schichten ausgewaschen werden, bleiben die Sandsteine einige Zeit als erhabene Bänder stehen, brechen jedoch bei starker Unterhöhlung ab. Die Abbruchstelle wird dann mit Mergeln überkleistert, die den Oberboden bilden (vgl. Kap. IIA und B). Die Wechselfeuchtigkeit dieses Bodens wird durch die gute Drainage im sandigen Untergrund stark gemildert, was sich im Fehlen der Differentialartengruppe B' äußert. Der Boden neigt eher zu Trockenheit. Zwar sind an der Gruppe C' noch einige Wechselfeuchtigkeitszeiger, wie *Carex flacca*, *Viburnum lantana* und *Calamagrostis varia*, beteiligt. In der Regel sind es jedoch mäßige Trockenheit ertragende, Kalkreichtum bevorzugende Arten, die diesen Standort besiedeln (Gruppen C' und D', vgl. Abb. 14, S. 50). Hinzu kommen einige Arten der Gruppen E' und F', die ihr Verbreitungsoptimum auf frischen Standorten haben.

Über die systematische Stellung des typischen Mehlbeeren-Hangbuchenwaldes besteht kein Zweifel. Er gehört zu den Seggen-Hangbuchenwäldern, die von MOOR (1952) als *Carici-Fagetum*, von OBERDORFER (1957) als *Cephalanthero-Fagetum* und von ETTER (1947a) als *Fagetum finicola* bezeichnet wurden. Die Gesellschaft wurde von ETTER (1947a) teilweise zum *Taxo-Fagetum* gestellt, wenn die Eibe darin reichlich vertreten war. Infolge des tiefen Schattens entwickelt sich unter dieser nur eine spärliche und artenarme Krautschicht (vgl. REHDER 1962). Weitere Literatur findet man in der zusammenfassenden Darstellung von ELLENBERG (1963).

e. Frischer Hangbuchenmischwald

Für den frischen Hang-Buchenmischwald ist das Fehlen sowohl aller Trockenheit und Wechselfeuchtigkeit ertragenden Arten (Differentialartengruppen A' bis C') als auch sämtlicher Feuchtigkeits- und Nässezeiger (Gruppen G' und H') charakteristisch. Die Krautschicht besteht vorwiegend aus Arten der Goldruten-

(D'), der Bingelkraut- (E') und der Waldseggengruppe (F'), die weite ökologische Amplituden haben, jedoch frische, nährstoff- und basenreiche, tiefgründige Böden bevorzugen. Von diesen ist *Mercurialis perennis*, fleckenweise rasig wachsend, das beherrschende Element (Abb. 15, S. 51). Die meisten übrigen Arten treten spärlich auf, und einige fehlen ganz. Der frische Hang-Buchenmischwald ist also sehr artenarm; auch seine Strauchschicht ist nur dürrig ausgebildet und besteht in der Regel nur aus jungen Buchen.

Im Gegensatz zur floristischen Armut steht die Fruchtbarkeit des Standortes, die sich in der hohen Produktionskraft der Baumschicht äußert. Der nährstoff- und basenreiche, tiefgründige Boden läßt Bestände gedeihen, die an den frischen Buchenmischwald der mehr oder weniger ebenen Lagen erinnern. Nur sind Eschen und Ahorne häufiger, die durch den bis an die Bodenoberfläche hohen Kalkgehalt und durch die größere Grundfeuchtigkeit der Hangböden begünstigt werden.

Frische Hangbuchenmischwälder kommen besonders in der unteren Hälfte der Molasse-Steilhänge vor. Viele ihrer Eigenschaften stimmen auffallend mit jenen des *Fagetum silvaticae typicum* überein, das von MOOR (1952) aus dem Jura und von KUOCH (1954) aus der unteren Montanstufe der Voralpen beschrieben wurde. Allerdings stockt dieser «typische Kalkbuchenwald», wie ihn ELLENBERG (1963) nennt, im Jura auf Rendzinen (Humuskarbonatböden). Überhaupt sind sowohl die Aufnahmen von KUOCH als auch die von MOOR wesentlich artenreicher als diejenigen des frischen Hangbuchenmischwaldes und enthalten noch Arten wie *Lamium galeobdolon*, *Dryopteris filix-mas*, *Athyrium filix-femina* und *Circaea lutetiana*, die am Üetliberg erst in Gesellschaften auf feuchteren Böden zu finden sind. Die beste floristische und standörtliche Übereinstimmung zeigt unser frischer Hangbuchenmischwald mit dem «echten Buchenwald» FREHNERS (1963 u. mdl.). Diese Gesellschaft nimmt nach KLÖTZLI (1965 u. mdl.) zwischen Seetal und Limmattal immer nur kleine Flächen ein, ist jedoch recht verbreitet.

f. Hang-Ahorn-Eschenwald

Der Hang-Ahorn-Eschenwald wird gegen den frischen Hang-Buchenmischwald durch das Auftreten der Goldnesselgruppe (G') und gegen den Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm durch das Fehlen der Gruppe H' abgegrenzt. Selbstverständlich fehlen auch die Gruppen A' bis C'. Die Gruppe D' ist, wie im Hang-Buchenmischwald, nur spärlich vertreten, wogegen manche Arten der Gruppen E' (vor allem *Mercurialis perennis*, vgl. Abb. 16, S. 51) und F' sehr üppig gedeihen.

Der Hang-Ahorn-Eschenwald bevorzugt die Molasse-Schuttfächer am Fuße der Steilhänge, die relativ geringe Neigung aufweisen. Aus diesem lockeren, lehmigen Schuttmaterial bildeten sich Böden, die gut mit Hangwasser versorgt werden. Als Folge der fortwirkenden Erosion an den Steilhängen wird der Boden oberflächlich ständig mit rieselnder Feinerde angereichert. Periodisch finden in dessen ziemlich mächtige Überführungen mit Schutt statt, der von Kräutern und Sträuchern neu besiedelt werden muß. Bis zu einem gewissen Grade bleibt also auch der Standort des Hang-Ahorn-Eschenwaldes instabil. Meist besteht

der Oberboden trotzdem aus einem biologisch äußerst aktiven Mull. Diese Verhältnisse zeichnen sich in der Krautschicht ab, z.B. in dem Hervortreten von *Stachys silvatica* und *Allium ursinum* sowie von *Lamium galeobdolon*, *Primula elatior* und *Dryopteris filix-mas* aus der Goldnesselgruppe (G', s. Abb. 16, S. 51).

Nach der floristischen Zusammensetzung müßte der Hang-Ahorn-Eschenwald zu den bodenfeuchten Buchenwäldern gestellt werden. Vergleichbare Gesellschaften sind die bärlauchreichen Buchenwälder, z. B. das *Fagetum allietosum* MOOR (1952), das *Pulmonario-Fagetum allietosum* FREHNER (1963) und das im Gebiet des unteren Muschelkalkes bei Göttingen ebenfalls am Fuße von Bergrutschhängen verbreitete *Melico-Fagetum allietosum* WINTERHOFF (1963). Allerdings stocken diese Gesellschaften meist auf tonreichen Rendzina-Böden und ertragen keine dauernde Grundnässe, wie sie in unserem Fall auftritt (vgl. ELLENBERG 1963, S. 122). Nach den Eigenschaften des Bodens und dem großen Niederschlagsreichtum zu urteilen, handelt es sich am Üetliberg um einen Standort, welcher demjenigen der Ahorn-Eschenwälder näher steht. Tatsächlich gedeihen Ahorn und Esche sowie Ulme außerordentlich gut, wenn nur der Förster sie etwas begünstigt.

g. Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm

Das besondere floristische Merkmal des Hang-Ahorn-Eschenwaldes mit Riesenschachtelhalm ist die Gruppe (H'), deren Arten mit zunehmender Boden-nässe zahlreicher werden und mit größeren Mengen vorkommen (Abb. 17, S. 52). Gut vertreten sind auch die Gruppe G' und einige Arten der Gruppen E' und F' (vorwiegend *Mercurialis perennis*, *Viola silvestris*, *Carex silvatica*, *Asperula odorata* und *Deschampsia caespitosa*). Mit der Goldrutengruppe (D') und einigen sich dieser ähnlich verhaltenden Arten der Gruppen E' und F' (*Carex digitata*, *Sanicula europaea* usf. sowie *Aruncus dioecus* und *Actaea spicata*) läßt sich eine typische Variante (g₁, D' vorhanden) von einer Sumpfvvariante (g₂, D' fehlt) abtrennen, in welcher letzterer sich besonders gerne *Carex pendula* und *Carex remota* aufhalten. Die Differentialartengruppen A' bis C' fehlen der Gesellschaft.

Der Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm hat etwa dieselbe Verbreitung am Hangfuß wie der typische Hang-Ahorn-Eschenwald (f) und ist meist in diesen eingebettet, dort natürlich, wo der Boden im Einflußbereich von Bächen und Quellaufstößen stärker und vor allem länger andauernd vernäßt ist. Die periodische Vernässung bis dicht unter die Oberfläche bewirkt, daß der Boden ständig in leichter Bewegung ist.

Da keine Staunässe auftritt und der Wasserspiegel zeitweise doch unter den Hauptwurzelschicht sinkt, kann die Buche auf diesem Standort noch über-raschend gut gedeihen. In der Regel unterliegt sie jedoch im Konkurrenzkampf den Nässe besser ertragenden großblättrigen Baumarten Ahorn, Esche und Ulme.

Der Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm entspricht dem von ETTER (1947a) beschriebenen *Aceri-Fraxinetum caricetosum pendulae*. Am besten ist diese Assoziation im kühleren und regenreicheren Sihlwald ausgebildet. Die standörtlichen Eigenschaften der Sumpfvvariante des Hang-Ahorn-Eschenwaldes

mit Riesenschachtelhalm (Abb. 18, S. 52) sind in der einleitenden Übersicht (IIA) genügend umschrieben worden. Systematisch dürfte diese Variante in die Nähe der Riesenschachtelhalm-Variante des *Pruno-Fraxinetum* (FREHNER 1963) gestellt werden.

E. Künstliche Nadelwaldbestände

Ausgedehnte Flächen, die in der Naturlandschaft vom typischen Traubeneichen-Buchenwald, frischen Buchenmischwald oder vom Stieleichen-Hagebuchenwald bedeckt wären, tragen heute keine Laubbäume, sondern künstlich zur Dominanz gebrachte Fichten und Tannen. Durch den Einfluß dieser immergrünen Nadelbäume wird nicht nur das Bestandesbild, sondern auch das Artengefüge der einzelnen Gesellschaften verändert. Der aufgrund von Aufnahmen in naturnahen Laubholzbeständen erarbeitete Kartierungsschlüssel darf also nicht vorbehaltlos auf solche Nadelforsten angewendet werden. Aus diesem Grund wurden reine Nadelwälder auf der Karte durch besondere Signaturen hervorgehoben.

«Pflanzenkombinationen, die von einer oder mehreren gesellschaftsfremden Holzarten beherrscht sind, d.h. von Baumarten, die im potentiellen Naturwald des betreffenden Wuchs- und Standortes fehlen würden oder nur sehr spärlich vertreten wären», werden von TÜXEN (1950) als «Forstgesellschaften» bezeichnet und den natürlichen⁸ Waldgesellschaften gegenübergestellt (zit. nach ELLENBERG 1963, dort weitere Literatur). Diese Unterscheidung drängte sich dort auf, wo großflächige Monokulturen im Holzzuckerbau derart starke floristische Abweichungen nach sich zogen, daß aufgrund der Bodenvegetation kaum mehr auf die natürliche Waldgesellschaft geschlossen werden kann. Durch chemische und physikalische Veränderungen des Bodens, wie Versauerung, Auswaschung von Basen, Zerstörung von Tonmineralien, Verdichtung und damit verbundene Vernässung und Sauerstoffarmut (HAUFF, SCHLENKER u. KRAUSS 1950), werden viele der anspruchsvollen Laubwaldpflanzen verdrängt. Dafür siedeln sich viele Arten aus den natürlichen Fichtenwäldern der montanen und subalpinen Stufe an, beispielsweise Vaccinien, viele Moose, wie *Hylocomium splendens*, *Rhytidadelphus triquetrus*, *Dicranum scoparium*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum formosum* und *Ptilium crista-castrensis*, im Extremfall auch Lycopodien, *Pyrola*-Arten und *Sphagnum quinquefarium* (vgl. SCHLÜTER 1965).

Derart extreme Verhältnisse treten allerdings im Lehrwald nirgends auf, weil die Bestände bewußt auf Erhaltung der hohen biologischen Aktivität des Bodens hin gepflegt werden (LEIBUNDGUT 1966), so daß die Artengarnitur der natürlichen Waldgesellschaften stets annähernd erhalten bleibt (vgl. OTT 1966). Aus diesem Grunde konnte, im Gegensatz zu den vergleichbaren Untersuchungen von NEUHÄUSL (1966) in *Fagion*-Gesellschaften Mährens und Ostböhmens, auf die Ausscheidung von «Forstgesellschaften» verzichtet werden.

In Tabelle 5 (Anhang) sind Aufnahmen von künstlichen Fichten-Tannenbeständen aus dem Lehrwald vereinigt, die unmittelbar neben naturnahen Be-

⁸ TÜXEN (1950): «Unter ‚natürlich‘ verstehen wir nicht die ursprüngliche, d.h. frühere, sondern diejenige Waldgesellschaft, die sich heute bei Aufhören des menschlichen Einflusses an einem bestimmten Standorte einstellen würde.» Der Begriff «natürliche Vegetation» wird später (TÜXEN 1956) als «heutige potentielle natürliche Vegetation» präzisiert.

ständen, also auf vergleichbaren Standorten, gewonnen wurden. Die Reihenfolge der Arten ist dieselbe wie in Tabelle 1. Ein Vergleich der beiden Tabellen läßt erkennen, daß die Kunstbestände gegenüber den naturnahen floristisch verarmt sind und daß Verschiebungen in der Artenkombination stattgefunden haben, allerdings nur geringe. So greift zwar *Hieracium murorum* aus der Gruppe A auf den Traubeneichen-Buchenwald über. Die anderen Arten der Gruppe A verhalten sich jedoch ebenso wie in naturnahen Beständen. Für die Abgrenzung des Traubeneichen-Buchenwaldes gegen den frischen Buchenmischwald sind die Säure- und Trockenheitszeiger der Fingerseggen-Gruppe (B) bei Dominanz von Nadelbäumen nicht mehr brauchbar. Die meisten ihrer Arten sind sogar auf Stieleichen-Hagebuchenwald-Standorten anzutreffen. Die Ursache liegt darin, daß die Nadelstreu eine Versauerung des Bodens bewirkt (SCHÖNHAR 1952) und eine mehr oder minder mächtige, durchlässige und deshalb zeitweilig austrocknende Schicht bildet. Unter dem Einfluß von Nadelbäumen findet jedoch auf sonst vergleichbaren Braunerde-Standorten eine höhere Nitrifikation im Boden statt (SCHÖNHAR 1955). Deshalb treten in Nadelbeständen auf dem Standort des frischen Buchenmischwaldes anspruchsvollere Arten aus den Differentialartengruppen G und H auf. Von ihnen gehen nur *Sanicula europaea* und *Paris quadrifolia* gelegentlich in den Traubeneichen-Buchenwald hinein und sind dort in ihrer Vitalität meist reduziert, bleiben also steril. Die Gruppen G und H erlauben deshalb in den von Nadelbäumen beherrschten Beständen, zwischen den Standorten des frischen Buchenmischwaldes und denen des Traubeneichen-Buchenwaldes, eine Grenze zu ziehen. Allerdings bleiben *Stachys silvatica* und *Ranunculus ficaria* streng auf den Standort des Stieleichen-Hagebuchenwaldes beschränkt, so daß man bei ihrem Auftreten nie zu zweifeln braucht, ob es sich wirklich um diese Gesellschaft handelt oder nicht. In vielen Fällen greifen in Nadelholzbeständen auf Standorten dieser Einheit infolge der stärkeren Nitrifikation nitrophile Stauden, wie *Aegopodium podagraria* und *Cirsium oleraceum*, aus der Gruppe I herüber. In Baum- und Althölzern findet man häufig eine sehr üppige Krautschicht, bestehend aus *Circaea lutetiana*, *Geranium robertianum* und *Impatiens parviflora*, die von der nitrophilen Brombeere überwuchert sind. Öffnet man dieses Dickicht, so sieht man auf dem Boden einen bis zu 10 cm hohen Rasen des «Bäumchen»-Moses *Mnium undulatum* (Abb. 7, S. 47).



Abb. 3 Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge: Die letztjährige Streu deckt noch vor dem Blattfall im Herbst den Boden. Hoher Lichtgenuß bewirkt rasige Ausbreitung der Bergsegge (*Carex montana*). Die Buche ist qualitativ geringwertig (Juli 1965).



Abb. 4 Der frische Buchenmischwald enthält keine Arten, die nicht in anderen Gesellschaften auch vorkämen. *Asperula odorata* und *Oxalis acetosella* kommen am häufigsten vor (Juli 1965).



Abb. 5 Stieleichen-Hagebuchenwald: Die Krautschicht ist einem ausgeprägten jahreszeitlichen Wechsel unterworfen. Im Frühjahr bildet *Allium ursinum* einen dichten Rasen (April 1967).

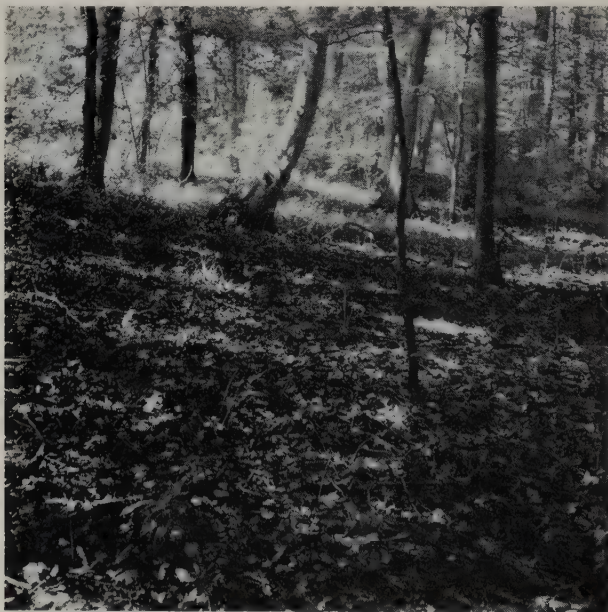


Abb. 6 Stieleichen-Hagebuchenwald: Im Sommer ist von vielen Frühlingsgeophyten kaum mehr ein Blatt vorhanden. Von *Phyteuma spicatum* bleiben noch die dünnen Stängel übrig (Juli 1965).



Abb. 7 Künstliche Nadelwälder auf Standorten des Stieleichen-Hagebuchenwaldes: Unter dem Brombeeren-Dickicht bildet *Mnium undulatum* einen bis 10 cm hohen Rasen (Juli 1965).



Abb. 8 Zu dem Eindruck der Üppigkeit der Krautflora im Ahorn-Eschenwald tragen besonders Hochstauden (hier *Cirsium oleraceum*) bei (Juli 1965).



Abb. 9 Die kräftigen Horste von *Deschampsia caespitosa* lassen den Ahorn-Eschenwald bisweilen auch außerhalb der Vegetationszeit erkennen (März 1967).



Abb. 10 Die gleichmäßigen Herden von *Carex acutiformis* verleihen dem Eschen-Erlenwald ein auffallendes Gepräge (Juli 1965).

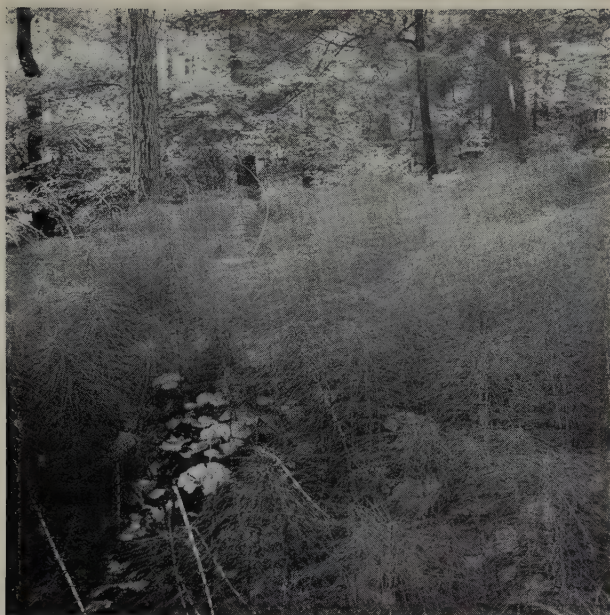


Abb. 11 Die Quellsümpfe werden vorwiegend von *Equisetum maximum* und *Caltha palustris* besiedelt (Juli 1965).



Abb. 12 Pfeifengras-Hangföhrenwald: Unter dem kümmerlichen Föhrenbestand gedeiht eine üppige Hochgrasflur, worin *Molinia arundinacea* und *Brachypodium pinnatum* sowie *Carex humilis*, *C. flacca* und *C. montana* dominieren (Juli 1965).



Abb. 13 Im Buchen-Hangföhrenwald gedeihen neben *Carex humilis*, *Anthericum ramosum* (blühend) und anderen Föhrenwaldpflanzen auch Buchenwaldarten, hier vor allem *Mercurialis perennis* (Juli 1965).

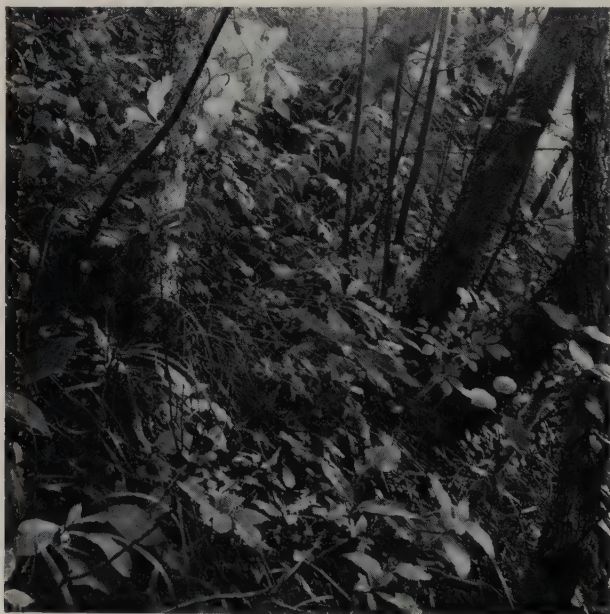


Abb. 14 Der typische Mirlbeeren-Hangbuchenwald trägt in anderen Gegenden den Namen «Seggen-Buchenwald». In der Krautschicht dominieren *Carex flacca* und *Carex montana* (Juli 1965).



Abb. 15 Der frische Hangbuchenmischwald ist artenarm. Er enthält nur wenige Arten mehr als die auf dem Bild sichtbaren *Mercurialis perennis*, *Sanicula europaea*, *Carex digitata*, *Polygonatum multiflorum* und *Pulmonaria obscura* (Juli 1965).



Abb. 16 Im Hang-Ahorn-Eschenwald kommen gegenüber dem frischen Hangbuchenmischwald *Primula elatior*, *Stachys silvatica* und andere Arten der Gruppe G' vor (im Frühjahr besonders *Allium ursinum*). *Mercurialis perennis* gedeiht ausserordentlich üppig (Juli 1965).



Abb. 17 Der Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm beherbergt Arten der Gruppe H'. Hier sind davon *Equisetum maximum* und *Festuca gigantea* sichtbar (Juli 1965).



Abb. 18 Das beherrschende Element der Sumpf-Variante des Hang-Ahorn-Eschenwaldes mit Riesenschachtelhalm ist *Equisetum maximum*. Im Gegensatz zum Quellsumpf der wenig geneigten Lagen tritt *Caltha palustris* kaum auf, dagegen *Brachypodium silvaticum* (Juli 1965).

III. Die heutige potentielle natürliche Vegetation in der Umgebung von Zürich

A. Einführung

Die Vegetationseinheiten im Lehrwald Albisriederberg wurden, mit Ausnahme der Steilhang-Gesellschaften, ausschließlich mit Hilfe von Aufnahme-material aus diesem engen Gebiet gewonnen. Die ausgeschiedenen Gesellschaften mit ihren Differentialartengruppen haben deshalb zunächst nur lokale Gültigkeit.

Da die an den Lehrwald angrenzenden Gebiete kaum abweichende Standort-verhältnisse aufweisen, lag es nahe, den für den Lehrwald gültigen Kartierungsschlüssel auch für diese auf seine Anwendbarkeit zu prüfen. Es zeigten sich keine Abweichungen von den bekannten Artenkombinationen. Die Vegetationsgliederung läßt sich im wesentlichen sogar auf die Höhenzüge rechts von Zürichsee und Limmat (Zollikerberg–Adlisberg–Chäferberg–Gubrist usw.) und die Hochebene bei Aesch (südlich von Birmensdorf) anwenden, wo die Böden mehr oder weniger ebener Lagen vielfach von der Molasse (meist Sandstein) gebildet werden. Die Gesellschaften auf diesen Standorten sind nur etwas artenärmer, was auch von KLÖTZLI (1966) bestätigt wurde. So fehlen z. B. *Allium ursinum*, *Prunus padus*, *Crepis paludosa*, *Carex acutiformis*, *Solanum dulcamara* und *Lythrum salicaria* auf feuchten sowie *Lathyrus montanus* und *Lathyrus vernus* auf trockenen Standorten.

Nur für die ganz anders gearteten Erlenbruchwälder am Katzensee sowie für die Auenwaldreste längs der Limmat reichte der Kartierungsschlüssel nicht aus, weil diese Gesellschaften im Lehrwald fehlen.

Man kann sich hier die Frage stellen, wie weit der Lehrwald für das schweizerische Mittel-land repräsentativ sei. Die Vegetationsgliederung des Lehrwaldes dürfte überall dort in humidem Klima der kollinen und submontanen Stufe Gültigkeit haben, wo kalkreiche sedimentäre Mischgesteine bodenbildend sind. KLÖTZLI (1967) hat am Burgäschisee die gleichen Einheiten, wie sie im Lehrwald gefunden wurden, ausgeschieden. Die meisten, über weite Teile des Mittel-landes verstreuten Aufnahmen von ETTER (1943, 1947a) und selbst jene von BARDET (Mskr.) aus dem Waadtland, ferner jene von LÜDI (Mskr.), SCHLÄFLI (Mskr.) und KLÖTZLI (Mskr.) vom östlichen Mittelland, können ohne Zwang in die Vegetationstabellen vom Lehrwald eingegliedert werden. Ausnahmen machen die nährstoffarmen Deckenschotter (z. B. Schneisinger Plateau, Lägern-Vorland, Irchel), die rißeiszeitliche Schotter- und Moränenlandschaft um Roggwil–Langenthal–Zofingen herum und die Gebiete der primär kalkarmen bis -freien Molasse zwischen Seetal und Wiggertal, wo ein repräsentativer Ausschnitt von FREHNER (1963) bearbeitet wurde. Im Gebiet der Rißmoräne mit ihren basenarmen und in Plateaulage undurchlässigen, vernähten, physiologisch kalten Böden hat die Tanne von Natur aus eine Exi-

stanzgrundlage (ZOLLER 1962). Außerhalb des Gültigkeitsbereichs der für den Lehrwald erarbeiteten Vegetationsgliederung liegen auch die juranahen Teile des Mittellandes mit den Jura-Ausläufern bei Schaffhausen und der Lägern, wo Kalkgestein und relativ trockenes Klima eine andere Vegetation hervorrufen.

Es kann also festgestellt werden, daß die Zürcher Umgebung vegetationskundlich für weite Teile des schweizerischen Mittellandes repräsentativ ist. Deshalb erschien es wünschenswert, eine Karte der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation der Umgebung von Zürich zu erarbeiten. Diese Übersichtskartierung wurde im Maßstab 1:25000 durchgeführt. Für die Südwest-Abdachung des Üetlibergs zwischen Chleibtel und Mänisrüti wurde die «Karte der Waldgesellschaften im unteren Reppischtal» von J.-L. RICHARD (1962, Mskr.) und für den Zürichberg vom Strickhof bis zum Sagentobel die «Karte der Waldgesellschaften des Zürichberges» von F. KLÖTZLI und I. BOZAKMAN (1966, Mskr.) teilweise verwendet.

Die «heutige potentielle natürliche Vegetation» umfaßt nach TÜXEN (1956) jene Pflanzengesellschaften, die sich unter den heutigen Standortsbedingungen einstellen würden, wenn der Mensch zu wirken aufhörte. Dabei werden nicht nur die naturnahen Wälder, sondern auch die nur dank menschlichem Einfluss existierenden künstlichen Nadelwälder sowie die waldfreien Gebiete wie Äcker und Grünland berücksichtigt und der entsprechenden Naturwaldvegetation zugeordnet. Als Unterlagen für die Beurteilung der Grünlandvegetation dienten Veröffentlichungen von ELLENBERG (1963), KOCH (1926) und KLÖTZLI (in Bearbeitung). Die Ackerflächen wurden mit Hilfe der Bodenprofile kartiert. Hier ist daher die Zuordnung zu bestimmten Vegetationseinheiten und die Grenzziehung oft unsicher. Dicht überbaute Gegenden konnten überhaupt nicht kartiert werden.

Bei dieser Kartierung kam es darauf an, eine Übersicht zu gewinnen. Deshalb wurden einige Gesellschaften zu größeren Einheiten zusammengefaßt, insbesondere solche, die kleinflächig oder in kleinflächigem Mosaik vorkommen, so daß sie im Maßstab 1:25000 nicht mehr genau dargestellt werden könnten. In den folgenden Ausführungen werden diese Einheiten definiert und die Einstufung der waldfreien Ersatzgesellschaften begründet.

B. Vegetationseinheiten auf der Übersichtskarte der potentiellen natürlichen Vegetation

1) Die natürlichen **Föhrenwälder** wurden in Kapitel IID beschrieben. Sie konnten in der Übersichtskarte nach den gleichen Kriterien ausgeschieden werden. Infolge ihrer unzugänglichen Lage an den steilen, der Erosion stark ausgesetzten Mergelhängen und ihrer ungünstigen Standortverhältnisse wurden sie vom Menschen, aber auch von seinem weidenden Vieh eher gemieden, so daß sie bis heute annähernd ihren Naturzustand bewahrt haben.

2) Ebenfalls wie im Lehrwald wurden die **Föhren-Buchenwälder** kartiert. Es mag sein, daß sie in früherer Zeit gelegentlich mit den anliegenden Streuwiesen gemäht oder abgebrannt wurden, wodurch nach KLÖTZLI (in Bearbeitung) eine von *Molinia arundinacea* beherrschte, wechsellrockene Ausbildung von Hang-Trespenrasen (*Mesobromion*) entstanden ist. In dieser herrschen Trockenrasenpflanzen der Einheiten *Festuco-Brometea* und *Brometalia* vor. Außer *Molinia arundinacea* kommen keine Wechsellrockenheitszeiger in ihnen vor. Heute findet man diese anthropogene Ersatzgesellschaft der Föhren-Buchenwälder nur noch am Rande der vom Reppischtal her zungenförmig in die Nischen zwischen den Rippen des Üetliberges eindringenden Wiesen und Weiden besserer Standorte.

3) Die **Buchen-Steilhangwälder** umfassen die Mehlbeeren-Hangbuchenwälder (Einh. c, d) und den frischen Hang-Buchenmischwald (Einh. e) des Lehrwaldes. Nur wenige Flächen stehen heute noch in landwirtschaftlicher Nutzung, vorwiegend an den Hängen des Reppischtales. Die Wiesen und Weiden auf Standorten der Einheit e unterscheiden sich zufolge intensiver Bewirtschaftung in ihrer Artengarnitur zwar nicht von den gewöhnlichen Glatthaferwiesen bzw. Weidelgrasweiden (*Lolium-Cynosuretum*) auf den tiefgründigen Böden mehr oder minder ebener Lagen. Da sie jedoch hohen Kalkgehalt im Oberboden aufweisen, müssen sie nach den bodenkundlichen Erkenntnissen aus dem Lehrwald den Buchen-Steilhangwäldern zugesellt werden. Streuland-Ersatzgesellschaften auf Standorten dieser Einheit dürften früher verbreiteter gewesen sein, treten jedoch heute nur mehr spärlich auf. Es sind bei den Mehlbeeren-Hangbuchenwäldern von *Molinia arundinacea* beherrschte Steilhangausbildungen von Rohr-Pfeifengraswiesen (*Molinion*) mit *Stachys officinalis* und einer Anzahl von oft mit reduzierter Vitalität vorkommenden Frische- bis Nässezeigern wie *Equisetum maximum*, *Tofieldia calyculata*, *Ajuga reptans* usw. Anstelle des frischen Hangbuchenmischwaldes steht eine trockene Ausbildung der Hang-Pfeifengraswiese (*Molinion*) mit *Molinia coerulea* und seltener *M. arundinacea*, der gegenüber anderen Hang-Pfeifengraswiesen Arten der Halbtrockenrasen eigen sind (*Carex montana*, *Sanguisorba minor* usw.). Meist sind diese Standorte von der potentiellen Waldgesellschaft zurückerobert.

Die Anlage von Äckern auf diesem Standort war wegen der schweren Bearbeitbarkeit und der hängigen sowie unerschließbaren Lage seit jeher ausgeschlossen.

4) Mit den **Buchenmischwäldern** sind die buchenreichen Laubmischwälder des Lehrwaldes auf tiefgründigen Braunerden (Einh. 1, 2, 3) gemeint. Schon im Lehrwald zeigte sich, daß sie gegenüber allen andern Gesellschaften die größte Fläche einnehmen. Dies gilt in noch vermehrtem Maße für die Waldflächen der übrigen Zürcher Umgebung und erst recht für die potentielle Waldvegetation auf den heutigen Äckern, Wiesen und Weiden. Im Vordergrund stehen dabei die Braunerde-Buchenwälder, also der frische Buchenmischwald und, etwas weniger verbreitet, der typische Traubeneichen-Buchenwald. Der Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge hat seine Hauptverbreitung im Üetliberggebiet, weil dieses verhältnismäßig viele extreme Kuppen- und Kretenanlagen und skelett-

reiche Moränen aufweist. Nur am Altberg, auf den jüngeren Deckenschottern der Mindeleiszeit sowie auf den rißeiszeitlichen Mittelterrassenschottern der Hasleren und des Gubrist (bei Weiningen) und etwa am Nordwest-Abhang des Zürichberges tritt diese Einheit (1) noch stellenweise auf. Niemals wurde sie in intensive landwirtschaftliche Nutzung genommen. Ganz im Gegensatz dazu war und ist der Standort des frischen Buchenmischwaldes als Ackerland besonders beliebt: An manchen Orten lassen sich in heute bewaldeten Gebieten Ackerterrassen auf diesem Standort feststellen. Nach KREBS (1947) darf angenommen werden, daß mit dem ausgehenden Mittelalter «der Wald in den topographisch und klimatisch günstigen Lagen fast restlos zugunsten des landwirtschaftlichen Kulturlandes verdrängt» war. Der größte Teil der heutigen waldfreien Fläche müßte von Natur aus frischen Buchenmischwald tragen, wobei zu bemerken ist, daß weite Talniederungen erst durch Meliorationsmaßnahmen kulturfähig geworden sind. Die ganze Limmattalebene war ursprünglich von Auenwäldern bestanden. In den tiefer gelegenen Gebieten des Glatttals zwischen Dübendorf, Wallisellen und Oerlikon und westlich von Wettswil-Bonstetten bildeten Glaziallehme (Grundmoränen) eine undurchlässige Unterlage, welche die Böden vernäßte und Torflager entstehen ließ, die früher stellenweise abgebaut wurden («Wildkarte», WETTSTEIN 1885). Die Naturlandschaft dürfte dort größtenteils aus Erlenbrüchern, Eschen-Erlenwäldern, Ahorn-Eschenwäldern und Stieleichen-Hagebuchenwäldern bestanden haben, wie sie mancherorts heute noch im Klotener Ried angetroffen werden kann. Auch andere, teilweise sogar hängige Standorte, wie beispielsweise im Einzugsgebiet des Stockacher- und Allmendbaches bei Uitikon, waren ehemals feuchter und trugen buchenfreie Laubmischwälder.

Wie sehr spätere Meliorationen den ursprünglichen Boden- und Vegetationszustand geändert haben, mag aus Abbildung 19 hervorgehen. Grundlage für dieses Kärtchen bildet eine Bodenkartierung mit Hilfe des Pürckhauer-Bohrstockes. Die Kriterien sind diejenigen, die im bodenkundlichen Teil dargestellt wurden. Besonderer Wert wurde auf die Beurteilung der Gleyfleckigkeit gelegt. Denn Gleyflecken bleiben noch Jahrhunderte nach der Entwässerung des Bodens erhalten.

Interessant ist auf diesem Kärtchen die Feststellung, daß die Mulde unterhalb von Uitikon früher normal drainierte, nicht vernäßte Böden aufwies. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die tonig-bindige Moräne wegerodiert wurde und eine sandig-durchlässige Molasseschicht den Untergrund des Bodens bildet. In der Regel waren Mulden vor Beginn der Meliorationen jedoch feuchter, so diejenige zwischen Ober- und Niederurdorf, die Högger Allmend mit dem ganzen Sattel gegen Affoltern, die Eintalung zwischen der Gubrist-Hasleren-Kette und dem Altberg, wo die Böden früher versumpft waren (vgl. «Wildkarte») und die Äcker noch heute beinahe schwarz sind.

Sogar Waldboden wurde hier und dort entwässert. So wurden Entwässerungsgräben im gesamten Gebiet zwischen Breit- und Birchhau westlich von Litzibuech, unterhalb des Schürachers ob Itschnach und kleinflächig im Lehrwald

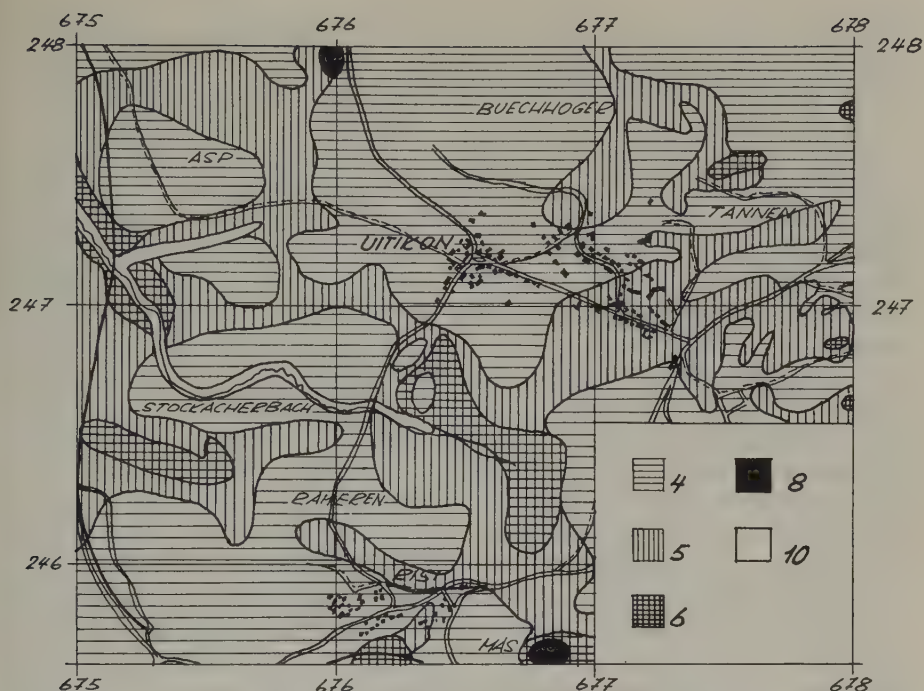


Abb.19 Die potentielle natürliche Vegetation der Umgebung von Uitikon vor Beginn der Meliorationen.

4 = Buchenmischwälder, 5 = «Feuchtere Laubmischwälder», 6 = Ahorn-Eschenwälder, 8 = Eschen-Erlenwälder, 10 = Bachbegleitende Erlenwälder (vgl. Karte der potentiellen natürlichen Vegetation der Umgebung von Zürich).

bei der Kartierung registriert. Diese Standorte dürften im ursprünglichen Zustand um mindestens eine Vegetationseinheit feuchter gewesen sein.

Das Grünland, das heute auf dem Standort der Buchenmischwälder gedeiht, ist entweder die Salbei- und die typische Glatthaferwiese, kurz eine Glatthaferwiese (*Arrhenatheretum*) ohne Feuchtigkeitszeiger (vgl. nächsten Abschnitt) oder bei starker Beweidung, Umtriebsmähweide usw. die Weidelgrasweide (*Lolio-Cynosuretum*). Diese kommt auch auf Standorten der feuchteren Laubmischwälder vor, vielfach mit *Juncus inflexus* und oft mit *Carex acutiformis*. Bei intensiver Nutzung haben Weiden auf feuchten Standorten jedoch annähernd die gleiche Artenzusammensetzung wie jene auf frischen Standorten, weil die meisten Feuchtigkeitszeiger nicht trittfest sind. In solchen Fällen ist eine Kartierung mit Zeigerpflanzen nicht möglich. Die Abgrenzung erfolgte hier nach der Gleyfleckigkeit des Unterbodens, wobei man allerdings den Einfluß von Entwässerungsmaßnahmen nicht ausschließen kann. Eine Hilfe bei der Kartierung war auch die Beobachtung, daß bei Weidelgrasweiden auf den nicht entwässerten Böden der feuchten Laubmischwälder die Grasnarbe durch den Viehtritt leichter verletzt wird als auf trockeneren Böden.

Streuwiesen treten auf Standorten der Buchenmischwälder im Bereich der kartierten Zürcher Umgebung nicht mehr auf. KLÖTZLI (in Bearbeitung) fand solche noch im Klotener Ried und bezeichnet sie als frischere Ausbildungen des *Mesobrometum* (*Stachyo-Brometum* mit Wechsell Trockenheitszeigern).

Ackerland auf Standorten des frischen Buchenmischwaldes, d.h. auf tiefgründigen Braunerden, die im Unterboden nicht vernäht sind, hat eine hellbraune Farbe, im Gegensatz zu den dunkler gefärbten Böden der feuchteren Laubmischwälder. Auf bodenbildender Molasse ist die Ackerfarbe im Bereich des frischen Buchenmischwaldes gelblich, wie beispielsweise auf der Hochebene bei Aesch. Ein wichtiges Kartierungsmerkmal ist, daß die Ackerkrume durch diese Farbe auch bei feuchter Witterung den Eindruck erweckt, trocken zu sein.

5) Unter dem Begriff «**feuchtere Laubmischwälder**» werden alle Waldgesellschaften mehr oder weniger ebener Lagen verstanden, in denen Feuchtigkeit und Nährstoffreichtum beanspruchende Arten (Kap. IIC, Differentialartengruppen G und H), jedoch keine Nässezeiger (Gruppen I–L) vorkommen. Darunter fällt in erster Linie der Stieleichen-Hagebuchenwald, der hier zusammen mit den etwas weniger stauwasserbeeinflussten Gesellschaften wie *Melico-Fagetum circaetosum* (OBERDORFER 1957) usw. aufgrund der im Naturwald vermutlich dominanten Baumarten als «Ahorn-Eschen-Buchenwald» bezeichnet wird. Dieser Typ kommt nicht nur auf Moräne-, sondern auch auf Molassemergelböden in mehr oder weniger ebenen Lagen vor, beispielsweise bei Lieli. Auf eher sandiger Molasse, so auf dem Zürichberg, findet man von der Buche beherrschte feuchtere Braunerde-Buchenwälder mit Arten aus den Gruppen G und H vor, denen jedoch durchwegs *Allium ursinum* fehlt. Sie werden von KLÖTZLI (1965) als *Melico-Fagetum asperuletosum*, *Stachys*-Variante oder *Pulmonario-Fagetum milietosum* bezeichnet. Neuerdings zieht KLÖTZLI (mdl.) für die letztere Gesellschaft den Namen *Melico-Fagetum pulmonarietosum*, *Stachys*-Variante vor. Nur selten sind *Quercus-Carpineten* s.str. (*Stellario-* und *Galio-Carpinetum*, OBERDORFER 1957) anzutreffen, wie z.B. im Grindel bei Wallisellen und am Katzenbach-Katzensee. Sie befinden sich auf Böden, die von Grundwasser beeinflusst und deshalb im Flußauenbereich häufiger sind.

Wie aus den Bemerkungen im Abschnitt 4 zu schließen ist, dürften die feuchteren Laubmischwälder in der ursprünglichen Landschaft etwas weiter verbreitet gewesen sein, als das heute der Fall ist. Doch haben sie die Buchenmischwälder in der Zürcher Umgebung an Flächenausdehnung kaum je übertroffen. Heute sind ihre Standorte im wesentlichen auf das Waldareal beschränkt. Entsprechendes Grünland kommt meist nur noch in der Nähe von Waldrändern und auf Waldwiesen vor. Es handelt sich dabei um die Kohldistel-Glatthaferwiese, die einige Feuchtigkeitszeiger enthält, wie *Cirsium oleraceum*, *Filipendula ulmaria*, *Alopecurus pratensis* und *Deschampsia caespitosa*. Wie bei den Buchenmischwäldern sind die nächsten Streuwiesen auf Standorten der feuchteren Laubmischwälder im Klotener Ried anzutreffen. KLÖTZLI (in Bearbeitung) erwähnt dort die trockene Pfeifengraswiese als ungedüngte Ersatzgesellschaft. Äcker sind auf diesem Standort selten, weil der tonreiche Boden schwer zu

bearbeiten ist. Erkennungsmerkmale bei der Kartierung sind die durch hohen Humusgehalt hervorgerufene tiefbraune Farbe sowie die durch den hohen Tongehalt bedingte grobe Scholle, die auch bei trockener Witterung den Eindruck erweckt, feucht zu sein.

6) Die **Ahorn-Eschenwälder** umfassen die hauptsächlich von der Esche beherrschten Laubmischwälder mehr oder weniger ebener Lagen. Das sind der Ahorn-Eschenwald des Lehrwaldes (*Aceri-Fraxinetum deschampsietosum caespitosi*, KLÖTZLI 1965) und trockenere Ausbildungen des Eschen-Erlenwaldes (*Pruno-Fraxinetum*), denen *Carex acutiformis* fehlt. Vor den umfassenden Meliorationsmaßnahmen (vgl. S. 56) dürften die Ahorn-Eschenwälder oder deren anthropogene Ersatzgesellschaften größere Flächen eingenommen haben.

Auf Standorten der Ahorn-Eschenwälder gedeihen im Extensivgrünland frische bis feuchte Pfeifengraswiesen (*Molinion*) mit vielen Feuchtigkeitszeigern, wie *Juncus subnodulosus*, *Carex hostiana*, *Carex davalliana*, *Lythrum salicaria*, *Cirsium palustre* und *Gentiana pneumonanthe*. Solches Streuland findet man heute noch in einigen Waldlichtungen des westlichen Kartierungsgebietes. Die spärlichen Zeugen ihrer ehemals weiten Verbreitung im Glattal, beispielsweise in der Mooswisen, wurden im Laufe der letzten Jahre Opfer von Bauschutt-ablagerungen. Unter Umständen handelt es sich dabei nicht um einen ursprünglichen Ahorn-Eschenwald-Standort, sondern um entwässerte, ursprünglich nasere Torfböden.

Bei intensiver Bewirtschaftung, d.h. häufigem Schnitt und reichlicher Düngung, entstand aus der feuchten Pfeifengraswiese die gedüngte Feuchtwiese (*Calthion*), die sich durch das üppige Gedeihen von *Cirsium oleraceum* und *Deschampsia caespitosa* auszeichnet und gegen die Kohldistel-Glatthaferwiese durch das Fehlen der *Arrhenatherion*-Arten sowie durch das Vorkommen vieler Nässezeiger abgegrenzt wird, so *Crepis paludosa*, *Angelica silvestris*, *Caltha palustris*, *Carex acutiformis* (herdenweise), *Scirpus silvaticus*, um nur einige zu nennen. Dieser Typ konnte nur an zwei Stellen und nur kleinflächig auf dem Zollikerberg und in den Tüfwisen am Katzenbach festgestellt werden.

7) In den **Ahorn-Eschen-Steilhangwäldern** sind der Hang-Ahorn-Eschenwald und der Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm des Lehrwaldes vereinigt. Im wesentlichen kann man für sie ein sowohl gegen die trockene wie die feuchte Seite hin erweitertes *Aceri-Fraxinetum caricetosum pendulae* (ETTER 1947a) annehmen. Während der flächenmäßig überwiegende Teil dieser Standorte vom Wald bestockt ist, gibt es an den Üetliberghängen des Reppischtales noch Streuwiesen auf solchen Standorten. Hierbei handelt es sich um feuchte Hangausbildungen der Pfeifengraswiese, die neben *Molinia coerulea* auch *M. arundinacea*, sonst jedoch grobenteils dieselben Feuchtigkeits- und Nässezeiger wie die feuchten Pfeifengraswiesen wenig geneigter Lagen enthalten [vgl. 6)]. Auf den durch Quellaufstöße vernässten, kalkreichen Standorten des Hang-Ahorn-Eschenwaldes mit Riesenschachtelhalm wächst auf Streuland ein Davallseggenried, in dem *Carex davalliana* dominiert oder auch *Schoenus*-Arten gut gedeihen.

8) Unter den Begriff «**Bruchwälder**» fallen in erster Linie die im Naturwald von der Schwarzerle oder der Birke beherrschten Sumpfstandorte. Sie kommen in unserem Gebiet nur am Katzenssee und bei Wallisellen (westl. des Schönenhofs) vor und sind durch Verlandung von Seen oder abgeschnittenen Flußarmen entstanden. ELLENBERG (1963) gibt als eine der Standortseigenschaften von Bruchwäldern einen mindestens 10–20 cm mächtigen Bruchwaldtorf als obersten Bodenhorizont an. Weist das Grundwasser hohen Basenreichtum sowie verhältnismäßig hohen Nährstoffreichtum auf und steht es dauernd nahe der Oberfläche, so wird der Standort vom Schwarzerlenbruch (*Carici elongatae-Alnetum* KOCH 1926) besiedelt. In seiner Krautschicht sind *Carex elongata*, *Dryopteris thelypteris* und *Iris pseudacorus* häufig. An ärmeren Standorten tritt die Schwarzerle zurück, und es entwickelt sich das *Salici-Betuletum* GÖRS (1961). Auf sehr sauren Torfböden gedeiht das ziemlich fichtenreiche *Lycopodio-Betuletum* GÖRS (1961). Sowohl *Salici-Betuletum* wie *Lycopodio-Betuletum* enthalten *Sphagnum cymbifolium* und *Sph. acutifolium* sowie *Calluna vulgaris* (vgl. KLÖTZLI 1967).

Da der Eschen-Erlenwald (*Fraxino-Alnetum* ELLENBERG 1961) und die Quellsümpfe des Lehrwaldes sowie das «*Macrophorbio-Alnetum*» als nasseste Ausbildung des *Pruno-Fraxinetum* auf der kartierten Fläche nur sehr beschränkt auftreten, wurde auf deren Kartierung verzichtet. Diese Gesellschaften sind in den «Bruchwäldern» mitenthaltend. Oftmals fallen die Quellsümpfe unter den Schluchtwaldkomplex oder die bachbegleitenden Erlenwälder.

Streuwiesen auf Standorten der «Bruchwälder» sind vor allem am Katzenssee noch zu finden. Es sind vorwiegend Großseggen-Sümpfe (*Magnocaricion*), in denen *Carex elata* und *C. appropinquata* eine dominierende Rolle spielen, jedoch auch *C. acutiformis* und *C. gracilis* vorkommen.

9) Die Gesellschaften des «**Flußauenkomplexes**» wurden nicht näher untersucht. Die Einheit wurde nach topographischen Kriterien im Gelände abgegrenzt, wobei allerdings die Diagnose an den häufig vorhandenen Kiesgruben geprüft wurde (geschichtete Kies-, Sand- und Auelehmböden mit Anmoor und stellenweise Erlenmoor). Die meisten Auenniederungen sind heute durch Kanalisierung und Vertiefung der Sohle von Limmat und Sihl entwässert und in landwirtschaftliche Kultur genommen. Sie tragen gute Ackerböden oder Glatt- haferwiesen und wären demnach unter den heutigen Verhältnissen potentiell den buchenbeherrschten Wäldern zuzurechnen. Gute Auenwaldstandorte und Auenwälder sind nur noch bei Dietikon anzutreffen, wo das Grundwasser gelegentlich über die Bodenoberfläche steigt. Als in der Gegend mögliche Auenwaldgesellschaften sind die von MOOR (1958) beschriebenen Assoziationen *Salicetum albo-fragilis*, *Equiseto-Alnetum incanae*, *Fraxino-Ulmetum* und *Quercocarpinetum aegopodietosum* zu nennen.

10) Der **Schluchtwaldkomplex** und die **bachbegleitenden Erlenwälder** bedürfen keiner pflanzensoziologischen Erörterung, da ihre Verbreitung ohne Schwierigkeit aufgrund der Topographie aus der Karte herausgelesen werden kann.

Der Schluchtwaldkomplex besiedelt die Hänge von mehr oder weniger tiefen Bacheinschnitten. Außer den föhrenreichen Gesellschaften sind in solchen

Schluchten alle bisher behandelten Einheiten in kleinräumigem Wechsel vorhanden; von den «Bruchwäldern» kommt allerdings nur der Quellsumpf vor. Das kleinflächige Mosaik gestattet im Maßstab 1:25000 keine Differenzierung.

Die bachbegleitenden Erlenwälder bilden nur wenige Meter breite Ufergehölze, deren Baumschicht vorwiegend aus Erlen, Eschen und Ahorn und deren Strauchschicht hauptsächlich aus Haseln besteht. Aufgrund des Vorkommens von *Carex remota* und *C. pendula* in der Krautschicht kann man die eschenreichen Ausbildungen in die Nähe des *Carici remotae-Fraxinetum* (KOCH 1926) stellen. Die erlenreicheren Ausbildungen sind eher dem *Stellario-Alnetum* LOHMEYERS (1957) vergleichbar, wobei allerdings die namengebende Art, *Stellaria nemorum*, der Gesellschaft unsererer Gegend fehlt.

IV. Die natürliche Höhenstufung der Vegetation in der Umgebung von Zürich

A. Einführung und Untersuchungsmethoden

Aus den Abschnitten I–III geht hervor, daß weite Teile der Naturlandschaft in der Zürcher Umgebung von Buchenwäldern beherrscht wären. Die von BRAUN-BLANQUET (1932) und ETTER (1943, 1947a) als Endglieder der Vegetationsentwicklung (Klimax) im Mittelland angenommenen Eichen-Birkenwälder sowie die Eichen-Hainbuchenwälder verdanken ihre Verbreitung zur Hauptsache der Bewirtschaftung als Mittelwald, wie dies schon LÜDI (1935) bewies und SCHMID (1944) in seiner Vegetationskarte der Schweiz darstellte.

ETTER (1947a) zeichnet aufgrund vieler soziologischer Waldaufnahmen, denen er je nach dem Anteil an Charakterarten aus dem Eichen-Hagebuchenwald (*Querco-Carpinetum*) oder dem Buchenwald (*Fagetum*) eine Sukzessions-tendenz zu diesem oder jenem zuschreibt, eine Grenze zwischen Hügel- und Bergstufe für das Gebiet zwischen Töftal und Seetal, also das Übergangsgebiet zwischen beiden Stufen. Im wesentlichen handelt es sich hierbei jedoch um die Grenze der Verbreitung des Mittelwaldbetriebes. Denn die Charakterarten des Eichen-Hagebuchenwaldes sind mehrheitlich lichtbedürftige Pflanzen, die im Mittelwald durch den periodischen Kahlhieb der Hauschicht gefördert werden. Sie kommen überdies sämtlich in den natürlichen Buchenwaldgesellschaften auf gleichen Standorten vor, infolge geringeren Lichtgenusses jedoch nicht mit so hohen Mengen. Wie KUHN (1962) feststellte, lassen sich anhand naturnaher Buchenwaldgesellschaften des Lehrwaldes in der Spanne zwischen etwa 500 und 800 m Meereshöhe keine eindeutigen Differentialarten für Tief- bzw. Hochlagen finden. Pflanzensoziologisch ist es also nicht möglich, im Bereich des Lehrwaldes eine gesicherte Höhenstufen-Grenze zu ziehen.

Eine umfassende Übersicht über die Eichen-Hainbuchenwaldfrage gibt ELLENBERG (1963, S. 190 ff., insbes. 208 ff.). Wie weit Waldgesellschaften auf grund- oder stauwasserfreien Bodenformen der kollinen und submontanen Stufe von der Buche oder der Eiche beherrscht sind, hängt im wesentlichen von klimatischen Ursachen ab. Natürliche Eichen-Hainbuchenwälder mit fehlender oder geringer Beteiligung der Buche kommen im kontinentalen Klimabereich vor, wo die durchschnittliche Jahresniederschlagssumme 550 mm kaum übersteigt und die Mitteltemperatur des Monats Juli über 18 °C liegt, wie beispielsweise in der Oberrheinischen Tiefebene (Mainz, Colmar). «Um das Zusammenspiel von Niederschlägen und Sommertemperaturen in einer leicht zu ermittelnden

Tab.9 Klimadaten und Klimaxgesellschaften in der Nordschweiz [Nach Angaben von SCHÜEPP (1960), UTTINGER (1965) und ELLENBERG (1963), Beobachtungsperiode 1901–1940]

| Stationen und Vegetationsstufen | Höhe ü.M. | Nieder- schlag Jahres- mittel (mm) N | Temperatur Monatsmit- tel Juli (°C) T | Quotient $\frac{T}{N} \cdot 1000$ |
|--|--------------|---|---|--------------------------------------|
| <u>Eichen-Hagebuchenwälder mit Buche</u> | | | | <u>> 20</u> |
| Basel | 277 | 810 | 18.8 | 23.2 |
| Rheinau | 365 | 802 | 17.5 | 21.8 |
| Hallau | 450 | 845 | 17.8 | 21.1 |
| <u>Eichen-Buchenwälder</u> | | | | <u>15–20</u> |
| Kaiserstuhl | 359 | 962 | 17.6 | 18.3 |
| Diessenhofen | 410 | 930 | 16.9 | 18.2 |
| Rheinfelden | 287 | 986 | 17.6 | 17.8 |
| Baden | 385 | 1024 | 17.3 | 16.9 |
| Kloten, Flugplatz | 431 | 1027 | 17.2 | 16.8 |
| Zürich, MZA I | 470 | 1073 | 17.7 | 16.5 |
| Zürich, Botan. Garten | 411 | 1150 | 18.4 | 16.0 |
| Winterthur | 485 | 1061 | 17.0 | 16.0 |
| <u>Buchenwälder</u> | | | | <u>10–15</u> |
| Zürich, MZA II | 569 | 1149 | 16.9 | 14.7 |
| Zürich, Adlisberg | 670 | 1121 | 16.4 | 14.6 |
| Horgen | 445 | 1256 | 17.6 | 14.0 |
| Wädenswil | 475 | 1364 | 17.6 | 12.9 |
| Uetliberg | 871 | 1174 | 14.5 | 12.4 |
| Albishorn | 910 | 1400 | 15.0 | 10.7 |
| <u>Buchen-Tannenwälder</u> | | | | <u>< 10</u> |
| Wald, Sanatorium | 908 | 1711 | 15.8 | 9.2 |
| Einsiedeln | 914 | 1678 | 15.1 | 9.0 |
| Bachtel | 1115 | 1635 | 13.6 | 8.3 |
| Oberiberg | 1100 | 1934 | 13.9 | 7.2 |

Zahl auszudrücken», verwendet ELLENBERG (1963, S.195ff.) den Quotienten aus Juli-Temperaturmittel und Jahresniederschlagsmenge, zweckmäßighalber mit 1000 vervielfacht. Für die erwähnten kontinentalen Gebiete mit buchenfreien Eichen-Hainbuchenwäldern liegt dieser Quotient über 30. Bleibt er zwischen 15 und 25, so sind Eichen-Buchenwälder zu erwarten. In eigentlichen Buchenwaldgebieten hält er sich zwischen 10 und 15. Nach dieser Ein-

teilung sind in Tabelle 9 für einige Stationen der engeren und weiteren Umgebung von Zürich die Quotienten wiedergegeben. Sie lassen darauf schließen, daß in der Umgebung von Zürich auf stauwasserfreien Böden Eichen-Buchen- und Buchenwälder, aber keine buchenarmen Eichen-Hainbuchenwälder zu erwarten sind.

Die Vermutung liegt nahe, daß an eng begrenzten, besonders warmen Stellen auch natürliche Eichen-Hainbuchenwälder mit Buche möglich sind. Das Netz der meteorologischen Stationen ist jedoch zu weitmaschig für die detaillierte Beurteilung eines einzelnen Hanges. Klimatologischen Untersuchungen, wie sie LÜDI und STRÜSSI (1941) für das Albisgebiet unternahmen, haftet der gleiche Fehler an. Sie konnten nur an wenigen Stellen eines kleinen Gebietes vorgenommen werden, weil die zeitgerecht wiederholte Bedienung der Instrumente der Anzahl Stationen Grenzen setzt. Zudem sind solche Untersuchungen äußerst aufwendig.

Die Gesamtheit der lokalklimatischen Einwirkungen am Wuchsort der Pflanzen äußert sich am auffälligsten in den periodischen Entwicklungserscheinungen der Pflanzen selber, der Phänologie. Wie PRIMAULT (1957) zeigte, ist es vor allem der Wärmegenuß, der in der phänologischen Entwicklung zum Ausdruck kommt, wenn auch die Sonnenscheindauer, besonders bei Krautpflanzen, eine gewisse Rolle spielen kann.

Mit der von ELLENBERG (1954) ursprünglich für die naturgemäße Anbauplanung in der Landwirtschaft entwickelten Methode der Kartierung von phänologischen Zustandsstufen im Gelände können die Wärmeverhältnisse eines Gebietes lückenlos erfaßt werden. Da diese Methode in der Schweiz noch wenig bekannt ist, werden nachfolgend ihre wichtigsten Merkmale, die zum Verständnis der Resultate notwendig sind, aufgeführt. Auf eine eingehende Beschreibung wird verzichtet, weil eine solche demnächst von SCHREIBER (1967, im Druck) erfolgt.

Unter einer «phänologischen Zustandsstufe» versteht man «den Entwicklungszustand der gesamten Pflanzendecke eines klimatisch einheitlichen Geländestückes an einem bestimmten Tage, insbesondere aber das jeweils auffällige und auch vom fahrenden Motorfahrzeug eindeutig erkennbare Erscheinungsbild bestimmter Testpflanzen» (ELLENBERG 1954). Arten derselben Gattung wie Winter- und Sommerlinde und oft auch Stiel- und Traubeneiche können vom fahrenden Fahrzeug aus nicht unterschieden werden. Die phänologischen Unterschiede können jedoch recht beträchtlich sein. Aber auch erbedingte Unterschiede von Individuen oder ganzen Populationen einer und derselben Art reagieren phänologisch durchaus nicht einheitlich. Dieser Tatsache trägt die Methode der Kartierung phänologischer Zustandsstufen durch die Amplitude der einzelnen, in Tabelle 10 (Fußnote) definierten phänologischen Stadien Rechnung. Darüber hinaus müssen unter Umständen auch zwei oder gar mehrere Stadien zusammengefaßt werden. Dazu kommt, daß man sowohl bei der Aufnahme phänologischer Spektren als auch bei deren Kartierung niemals nur einzelne Vertreter einer bestimmten Pflanzenart, sondern viel-

mehr den durchschnittlichen Entwicklungszustand eines einheitlichen Geländeabschnittes zu erfassen sucht (ELLENBERG 1954, SCHREIBER 1967).

Das Vorgehen bei der Kartierung phänologischer Zustandsstufen sei an einigen Beispielen geschildert.

Nachdem ab 29. April 1963 phänologische Spektren an sehr vielen Orten aufgenommen und tabellarisch verglichen wurden, stellten sich als geeignete, d.h. phänologisch genügend unterschiedene und leicht erreichbare Eichorte⁹ die in Tab. 10 aufgeführten heraus.

Tab. 10 Phänologische Zustandsstufen (Spektren) in der Umgebung von Zürich am 6. Mai 1963

| Eichorte | Üetliberg | Adlisberg | Waldegg | Geobot. Institut | Unterengstringen |
|----------------------------|-----------|-----------|---------|------------------|------------------|
| Stufe (Spektrum) Nr. | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| <i>Blüten</i> | | | | | |
| Kirschen | 7-8 | 8-9 | 9-(10) | (9)-10 | 10 |
| Zwetschgen | 5-6 | 6-8 | 8-(9) | 9-(10) | 10 |
| Birnen | 4-5 | 5-6 | 6-7 | 8 | 8-9 |
| Äpfel | 3-4 | 4 | (4)-5 | 5-7 | 6-8 |
| Forsythien | 8 | 8-9 | (8)-9 | 9-10 | 10 |
| Schlehdorn | 7-8 | 8-(9) | (8)-9 | 9-10 | 10 |
| Flieder (<i>Syringa</i>) | 3 | 3-4 | 4 | 5 | 6 |
| Roßkastanien | 3 | 3-4 | 4-5 | 5 | 5-7 |
| <i>Blätter</i> | | | | | |
| Haseln | 5-6 | 6-(7) | (6)-7 | (7)-8 | 8-(9) |
| Hainbuchen | 5 | 6 | 6-7 | (7)-8 | 8-(9) |
| Schwarzerlen | 5-6 | 6-7 | (6)-7 | 7-(8) | (7)-8 |
| Stieleichen | 3-4 | 4-5 | 5-6 | 6-(7) | 7 |
| Eschen | 3 | 4-5 | 5-(6) | 6 | 7 |
| Nußbaum | 3-4 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Platanen | 3 | (3)-4 | (4)-5 | 5-7 | 6-8 |
| Linden | 5 | 5-6 | 6-8 | 7-8 | 8 |
| Robinien | 3 | 4 | (4)-5 | (5)-6 | 6-7 |

| | | | |
|------------------------|---------------------------|----|------------------------------|
| Bedeutung der Ziffern: | <i>Blüten</i> | | <i>Blätter</i> |
| | kahl | 1 | kahl |
| | Knospen schwellend | 2 | Knospen schwellend |
| | Knospen stark geschwollen | 3 | Knospen stark geschwollen |
| | kurz vor Blüte | 4 | kurz vor Entfaltung |
| | beginnende Blüte | 5 | beginnende Entfaltung |
| | bis $\frac{1}{4}$ blühend | 6 | bis $\frac{1}{4}$ entwickelt |
| | bis $\frac{1}{2}$ blühend | 7 | bis $\frac{1}{2}$ entwickelt |
| | Vollblüte | 8 | bis $\frac{3}{4}$ entwickelt |
| | abblühend | 9 | fast voll entwickelt |
| | völlig verblüht | 10 | völlig ausgebildet |

⁹ ELLENBERG (1954) und SCHREIBER (1967) verwenden dazu Eichstrecken, wo die Kontaktstellen zwischen den Zustandsstufen örtlich definiert sind und bei jeder Wiederholung der Kartierung beibehalten werden müssen.

Am 6. Mai 1963 ergab sich für die Umgebung des Geobotanischen Institutes in Zürich das in der Spalte 7 schematisch in einer 10stufigen Schätzungsskala (vgl. Fußnoten zu Tab. 10) ausgedrückte Spektrum: Die Kirschen waren nahezu völlig verblüht, die meisten Zwetschgen im Abblühen, vereinzelte schon verblüht. Die Birnbäume standen in Vollblüte, und die Apfelbäume hatten je nach Sorte gerade zu blühen angefangen oder waren bis zur Hälfte in Blüte. Die Forsythien und der Schlehdorn waren an diesem Tag abblühend oder bereits verblüht. Flieder (*Syringa*) und Roßkastanie begannen dagegen gerade erst zu blühen.

«Bei einigen der unscheinbar blühenden Waldbäume und -sträucher ist der Laubaustrieb zum Testen geeignet» (ELLENBERG 1954). Haseln und Hainbuchen hatten in der Mehrzahl ihre Blätter zu drei Vierteln entwickelt, wogegen die meisten übrigen Arten die Blätter erst zu einem Viertel entfaltet hatten.

In dem etwas wärmeren Weinigen (Spalte 8) war die Entwicklung am 6.5.63 etwas weiter fortgeschritten, wogegen sie in kühleren Gebieten (Spalten 4–6) zurückblieb.

Die Zustandsstufen (Spektren) werden in den Tabellen und Karten mit normaler Druckschrift bezeichnet. Um Verwechslungen auszuschalten, ist die Ziffer, mit der der phänologische Zustand einzelner Arten bezeichnet wird, kursiv gedruckt. Die in der Umgebung von Zürich festgestellten Spektren wurden nachträglich in die von ELLENBERG (1965, s. auch 1954) für Baden-Württemberg erarbeitete 10teilige Skala eingestuft, um Vergleiche zu ermöglichen. In der Umgebung von Zürich treten davon nur die Stufen 3–8 auf.

Die Tab. 10 diene am 6. 5. 63 als Kartierungsschlüssel, womit in einem Teilgebiet im Bereich fahrbarer Straßen die phänologischen Zustandsstufen bestimmt und in die Karte 1:25000 eingetragen wurden. Derselbe Kartierungsschlüssel konnte auch am 7. 5. 63 für die Kartierung eines weiteren Teilgebietes verwendet werden, da inzwischen keine merklichen Veränderungen in den phänologischen Spektren festzustellen waren. Am 8. 5. 63 war die Entwicklung jedoch so weit fortgeschritten, daß eine «Nacheichung» des Kartierungsschlüssels notwendig wurde. Für bestimmte Vergleichsorte wurde die am 6. 5. verzeichnete Stufennummer beibehalten, beispielsweise die Stufe 7 für das Geobotanische Institut in Zürich, aber für die einzelnen Arten der am 8. 5. gültige phänologische Zustand in die Tabelle eingetragen. Man reduziert also den phänologischen Zustand vom 8. 5. gewissermaßen auf den 6. 5. Über die phänologische Entwicklung der einzelnen Testpflanzenarten in der Umgebung des Geobotanischen Institutes im Laufe der Kartierungsperiode gibt Tab. 11 Auskunft.

Tab. 11 Änderung des phänologischen Spektrums an einem Eichort (Geobotanisches Institut, Zürich, Stufe 7) im Laufe der Kartierungsperiode des Frühjahrs 1963

| Aufnahmedatum | 29.4. | 2.5. | 4.5. | 6.5. | 8.5. | 10.5. | 13.5. | 15.5. | 17.5. | 20.5. | 22.5. |
|----------------------------|-------|------|------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|
| <i>Blüten</i> | | | | | | | | | | | |
| Kirschen | (8)–9 | 9 | 9–10 | (9)–10 | (9)–10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Zwetschgen | 8 | 8–9 | 9 | 9–(10) | (9)–10 | (9)–10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Birnen | 5–6 | 6 | 6–7 | 8 | 8 | 8–9 | 9–(10) | 9–10 | 10 | 10 | 10 |
| Äpfel | 5–6 | 5–6 | 5–7 | 5–7 | 6–8 | 7–8 | 8–(9) | 8–9 | 9–10 | 9–10 | 10 |
| Forsythien | 8–9 | 9 | 9 | 9–10 | (9)–10 | (9)–10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Schlehdorn | – | – | 9 | 9–10 | 9–10 | (9)–10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Flieder (<i>Syringa</i>) | 4 | 4–5 | 4–5 | 5 | 5–6 | 6–(7) | (6)–7 | 7–(8) | 7–8 | (7)–8 | 8–(9) |
| Roßkastanien | 4–5 | 4–5 | 4–5 | 5 | 5–6 | 6–7 | (7)–8 | 8–(9) | 8–9 | (8)–9 | (8)–9 |
| <i>Blätter</i> | | | | | | | | | | | |
| Haseln | (6)–7 | 7 | 7 | (7)–8 | 8–9 | 9 | 9–10 | 9–10 | (9)–10 | (9)–10 | 10 |
| Hainbuchen | 6–7 | 7 | 7 | (7)–8 | (8)–9 | (8)–9 | 9–10 | 9–10 | (9)–10 | (9)–10 | 10 |
| Schwarzerlen | – | – | 7 | 7–(8) | 8–9 | 8–9 | (8)–9 | (8)–9 | 9 | 9–10 | (9)–10 |
| Stieleichen | – | – | 6 | 6–(7) | 7 | 7–8 | 8 | 8 | 8–9 | – | – |
| Eschen | – | – | 6 | 6 | 6–7 | 7 | 7 | 7–(8) | 7–8 | 8 | 8–9 |
| Nußbaum | 4–5 | 5 | 5–6 | 6 | 6 | 6–7 | 7 | 7–(8) | 7–8 | (7)–8 | 8–(9) |
| Platanen | 2–3 | 3–4 | 3–5 | 5–7 | 5–7 | 6–(7) | 6–7 | (6)–7 | 7 | 7–(8) | 7–8 |
| Linden | 6 | 7 | 7 | 7–8 | 7–8 | 8 | 8–9 | (8)–9 | 9 | 9 | 9–10 |
| Robinien | 4 | 5 | 5 | (5)–6 | 6 | 6 | 7 | 7–(8) | 7–8 | 7–8 | 8 |

Bedeutung der Ziffern wie Tab. 10

In der beschriebenen Weise wurde der Kartierungsschlüssel jeder Änderung des phänologischen Zustandes angepaßt und damit die Karte der phänologischen Zustandsstufen vom 6. 5. im Laufe von 14 Tagen vervollständigt. Das Ergebnis dieser Kartierung ist in Abb. 20 dargestellt. Das Zustandekommen dieser Karte bedarf einiger Erläuterungen: Die Geländekartierung 1:25000 wurde auf die Landeskarte 1:50000 übertragen, wobei für die verschiedenen Zustandsstufen verschiedene Farben entlang der kartierten Wegstrecken eingezeichnet wurden, für «kühlere» Stufen blaue, für «wärmere» Stufen rote Töne. Dadurch entstand ein über die ganze Karte ausgelegtes engmaschiges Netz, das ermöglichte, Flächen gleicher Zustandsstufe abzugrenzen. Dies bedeutet, daß die Kontaktstellen zweier Stufen miteinander verbunden werden, was auf eine Interpolation zwischen den kartierten Teilen hinausläuft. Um dabei gleichmäßig vorzugehen, stellt man sich einen Interpolationsschlüssel her, indem in einem einheitlichen Landschaftsteil, z. B. dem Westabhang des Zürichberges, für sämtliche im Gelände festgestellten Kontaktstellen von je zwei Stufen Höhenlage, Exposition und angenäherte Geländeneigung herausgelesen und in einer Tabelle zusammengestellt werden. Nach diesem Schlüssel kann dann an jedem beliebigen Ort desselben Landschaftsteiles die entsprechende Stufengrenze eingezeichnet und nötigenfalls auch über das kartierte Gebiet hinaus extrapoliert werden. Für einen anderen Landschaftsteil, z. B. den Ostabhang des Zürichberges, den Nord- oder den Südhang des Gubrist usw. muß ein eigener Extrapolationsschlüssel angefertigt werden.

In derselben Weise wie im Frühjahr 1963 wurde eine phänologische Frühjahrskartierung im Jahre 1964 durchgeführt, wobei man die gleichen Eichorte mit ihren Stufennummern verwendete (Abb. 21). Die beiden Kartierungen sind sich recht ähnlich. Jedenfalls fallen die Kernzonen der «wärmsten» bzw. der «kältesten» Gebiete jeweils zusammen. Das Ergebnis der Kartierung von 1964 zeichnet sich gegenüber demjenigen von 1963 allerdings durch einen höheren Flächenanteil der «kühleren» Stufen aus: Die Anteile der Stufen 7 und 8 sind kleiner, diejenigen der Stufen 4 und 5 dagegen ausgedehnter geworden.

Durch mehrjährige Beobachtungen können phänologische Karten also verfeinert werden. Diese Forderung ist für Karten phänologischer Zustandsstufen allerdings weniger dringend als für Isophanenkarten, weil nicht Durchschnittsdaten bestimmter phänologischer Erscheinungen, sondern die relativen Wärmeverhältnisse der verschiedenen Wuchsorte im Vordergrund stehen.

Neben den phänologischen Erscheinungen der Blüte und des Blattausbruches im Frühjahr bietet die Verfärbung der Getreidearten und ihre Ernte ein sehr geeignetes Mittel zur Kartierung von relativen Wärmestufen, «weil der Entwicklungszustand des Getreides ja weitgehend vom Beginn der Vegetationsperiode abhängt» und die Ernte in einem bestimmten Reifestadium erfolgt (ELLENBERG 1954). Als besonders zuverlässig haben sich in der Zürcher Umgebung Winterroggen und Winterweizen erwiesen, weil von jedem fast überall nur eine und dieselbe Sorte angebaut wird. Beim Sommergetreide hingegen stehen verschiedene Sorten im Anbau. Außerdem hängt bei diesem die Reife stark vom Saattermin ab. In Verbindung mit dem Wintergetreide kann der Hafer bei der Kartierung stellenweise gute Dienste leisten. Wie bei der Kartierung der phänologischen Zustandsstufen im Frühjahr wird der Entwicklungszustand des Getreides in einer 10teiligen Schätzungsskala erfaßt (Tab. 12).

Als Eichorte mußten Flächen mit genügend Getreideanbau gewählt werden. Die meisten der im Frühjahr verwendeten eigneten sich daher für die «Getreidekartierung» leider nicht. Die Zustandsstufen der neuen Eichorte wurden denjenigen der im Frühjahr für diese Stellen festgestellten gleichgesetzt. Die Kartierung von phänologischen Zustandsstufen bei Getreiden weicht von den Frühjahrskartierungen insofern ab, als mehr flächenweise vorgegangen wurde. Im übrigen erfolgt die Aufstellung des Kartierungsschlüssels sowie dessen fortlaufende Anpassung an die phänologischen Veränderungen, die Kartierung und die Ausarbeitung zur definitiven Karte aber nach den gleichen Richtlinien.

Auf diese Weise entstanden die phänologischen Getreidekartierungen 1963 (Abb. 22) und 1965 (Abb. 23). Im Sommer 1964 und im Frühjahr 1965 mußten die phänologischen Kartierungen infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse ausbleiben. Der Spätsommer 1964 war sehr

Tab. 12 Phänologische Zustandsstufen (Spektrn) bei Getreiden in der Umgebung von Zürich am 29. Juli 1963

| Eichorte | Limberg | Zumikon | Itschnach | Dübendorf | Unterengstringen (Kloster Fahr) |
|-------------------------|---------|---------|-----------|-----------|------------------------------------|
| Stufe (Spektrum) Nr. | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Roggen | 3-4 | 4 | 5 | 6 | 6-8 |
| Weizen | 2-3 | 3 | 3-4 | 4-5 | 6-7 |
| Hafer | 1 | 1 | 1-2 | 2 | 3-4 |

Bedeutung der Ziffern:

- | | |
|---|--|
| 1 noch völlig grün | 7 allgemeiner Schnittpunktbeginn (beginnende Totreife) |
| 2 beginnt zu vergilben | |
| 3 deutlich vergilbt | 8 $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ gemäht (Totreife) |
| 4 stark vergilbt (Milchreife) | 9 $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{1}$ gemäht |
| 5 nahezu schnittreif (beginnende Gelbreife) | 10 völlig abgeerntet |
| 6 schnittreif und vereinzelt Schnittpunktbeginn (Gelbreife) | |

niederschlagsreich, so daß das Getreide teils zu früh geerntet wurde und teils über die Erntereife hinaus auf dem Feld stehen blieb. Im Frühjahr 1965 verursachte ein mehrere Tage andauernder warmer Föhnwind einen nahezu gleichzeitigen Blüten- und Blattausschlag im ganzen Kartenbereich.

Die **Wuchsklimakarte** (Anhang) entstand dadurch, daß die Ergebnisse der 4 Kartierungen der phänologischen Zustandsstufen aus den Jahren 1963-1965 (Abb. 20-23) gemittelt wurden. Auf dem betreffenden Ausschnitt der Landkarte 1:50000 wurden die Einzelkartierungen mit verschiedenen Farben und innerhalb derselben Kartierung die Grenzen zwischen den Zustandsstufen mit verschiedenen Signaturen (ausgezogene, unterbrochene, punktierte Linien usw.) eingezeichnet. Dadurch entstand eine Karte, auf der verschiedene Flächen nicht durch klare Linien, sondern durch ein unübersichtliches Liniengewirr gegeneinander abgegrenzt sind. Diese Flächen wurden nach dem in Tab. 13 wiedergegebenen Schema mit Farben angelegt.

Tab. 13 Schema für die Ausarbeitung der Wuchsklimakarte aus den vier einzelnen Kartierungen phänologischer Zustandsstufen (Erklärungen im Text).

| Farbe | Rasterung | Stufe | Anzahl Auftreten der betr. Stufe in den 4 Kartierungen | In den übrigen Fällen: Stufe | Zusammenfassung: Stufenfolge der Wuchsklimakarte |
|------------|---|-------|--|------------------------------|--|
| weinrot | Kreuzschraffur Senkrechtschraffur Wagrechtschraffur | 8 | 3 x 2 x 1 x | 1 x 7 2 x 7 3 x 7 | VIII |
| rot | voll Kreuzschraffur Senkrechtschraffur Wagrechtschraffur | 7 | 4 x 3 x 2 x 1 x | - 1 x 6 2 x 6 3 x 6 | VII VII - VI |
| gelb | voll | 6 | 4 x u. 3 x | 1 x 5 | VI |
| grün | voll | 5 | 4 x, 3 x, 2 x | 1/2 x 6 | V |
| hellblau | Wagrechtschraffur Senkrechtschraffur Kreuzschraffur voll | 4 | 1 x 2 x 3 x 4 x | 3 x 5 2 x 5 1 x 5 - | V - IV IV |
| dunkelblau | Wagrechtschraffur Senkrechtschraffur | 3 | 1 x 2 x | 3 x 4 2 x 4 | III |

Gebiete, in denen die Stufe 7 auftrat, erhielten rote Farbe, und zwar Vollfarbe, wenn sich die Stufe 7 in allen 4 Kartierungen wiederholte. Kam sie nur in drei Kartierungen vor und war in der 4. Kartierung die Stufe 6 vorhanden, so wurde rote Kreuzschraffur angewendet. Senkrechtschraffur wurde gebraucht, um Flächen zu kennzeichnen, die zweimal mit 7 und zweimal mit 6 eingestuft worden waren. Kam schließlich die Stufe 7 nur einmal, dafür die Stufe 6 aber dreimal vor, so wurde die Fläche waagrecht schraffiert. Nur selten trafen auf derselben Fläche die Stufen 7 und 5 zusammen. In diesem Falle wurde für 6 entschieden. Trat also auf einer Fläche zweimal 7, einmal 6 und einmal 5 auf, so galt sie gleichviel wie eine Fläche, in der nur einmal 7 vorkam. Überhaupt wurde im Zweifelsfalle stets für die nächsttiefere Stufe entschieden, also z. B. für 6 anstatt 7, für 5 anstatt 6 usw.

In der endgültigen Wuchsklimakarte (Anhang) sind nun nicht alle diese feinen Unterschiede ausgeführt, weil sie gar nicht im einzelnen gedeutet werden können und weil sie, da ihnen nur vier Einzelkartierungen zugrunde liegen, kaum als statistisch gesichert gelten dürfen. Schließlich rechtfertigt sich eine zusammenfassende Vergröberung auch dadurch, daß die Karte an Übersichtlichkeit gewinnt. Um Verwechslungen mit den Stufen der Einzelkartierungen auszuschalten, sind die Stufen der Wuchsklimakarte mit römischen Ziffern bezeichnet worden (vgl. letzte Spalte von Tab. 13).

B. Interpretation der Wuchsklimakarte

Die Wuchsklimakarte enthält eine Einteilung phänologischer Wärmestufen, die derjenigen von ELLENBERG (1954a) für Südwestdeutschland entspricht. In der Umgebung von Zürich treten die Stufen «sehr warm» bis «kalt» auf, wie sie in Tabelle 14 vermerkt sind. ELLENBERG (1954a) hat diese relativen Wärmestufen nach Kulturpflanzen benannt, die vom Temperaturklima her als anbauwürdig gelten dürfen. Wie REHDER (1964) zeigte, kann man eine Wärmestufenkarte auch als verfeinerte Höhenstufenkarte der Vegetation deuten. Welche Überlegungen dazu führen, den einzelnen Wärmestufen bestimmte Waldgesellschaften bzw. natürliche Baumartenkombinationen (4. Spalte) zuzuordnen, soll nachfolgend dargestellt werden. Diese Ausführungen gelten jeweils nur für Wälder auf normal drainierten, ausgereiften Böden, also für Klimax-Gesellschaften im Sinne von BRAUN-BLANQUET.

Tab. 14 Relative Wärmestufen in der Umgebung von Zürich mit optimalem landwirtschaftlichem Anbau, angepaßt an die Wuchsklimakarte von Südwestdeutschland (ELLENBERG 1954a) und Klimax-Waldgesellschaften.

| Stufe Nr. | relative Wärmestufe | Landwirtschaftliche Klimastufe | Natürliche Wälder auf normal drainierten Braunerden |
|-----------|---------------------|----------------------------------|---|
| VIII | sehr warm | Wein-Obstklima *) | Eichen-Hainbuchenwälder mit Buche |
| VII | warm | Obstklima | Eichen-Buchenwälder |
| VII-VI | mässig warm | Wintergetreide-Obstklima | |
| VI | mittel | Obst-Wintergetreideklima | Buchenwälder mit Eiche |
| V | mässig kühl | Wintergetreideklima | |
| V-IV | kühl | Sommergetreide-Wintergetr.-Klima | Reine Buchenwälder |
| IV | mässig kalt | Wintergetreide-Sommergetr.-Klima | |
| III | kalt | Berggrünland-Sommergetr.-Klima | |

*Grenzlagen des Weinbaus

Einleitend wurde in diesem Kapitel erwähnt, daß der Quotient aus Juli-Temperaturmittel und Jahresniederschlagssumme (Tab. 9) darauf hinweist, daß in der Umgebung von Zürich Eichen-Buchen- und Buchenwälder von Natur aus die stauwasserfreien Böden einnehmen und daß vermutlich an eng begrenzten Stellen auch natürliche Eichen-Hainbuchenwälder mit Beteiligung der Buche aufträten.

Natürliche Eichen-Hainbuchenwälder mit Buche sind in der Oberrheinischen Tiefebene bis nach Basel (Tab. 9), aber auch teilweise im Klettgau (vgl. Station Hallau, Tab. 9) sehr häufig. ELLENBERG (1954a) kartierte in diesen Gebieten zur Hauptsache «Wein-Obstklima», d. h. die Stufe VIII, «sehr warm». Diese Stufe tritt in der Umgebung von Zürich (siehe Wuchsklimakarte) bei Ober- und Unterengstringen, Weiningen sowie an der südexponierten Tallehne über der Katzenssee-Furttal-Senke auf. Es darf also wohl angenommen werden, daß diese Gebiete in der Naturlandschaft buchenreiche Eichen-Hainbuchenwälder tragen würden. Diese Annahme wird dadurch bestärkt, daß SCHMID (1944) in diesen «sehr warmen» Gebieten den «Eichen-Linden-Ahorn-Laubmischwald-Gürtel» kartierte. Damit sind auch die hauptsächlichsten Baumarten genannt, die diesen Wald bilden. Hinzu kommen die Hainbuche und die Rotbuche. Die Rotbuche gedeiht selbst in diesen relativ warmen und trockenen Lagen noch gut. Im Bereich des Lehrwaldes gibt es solche Standorte kaum.

Reine Rotbuchenwälder, in denen außer der Buche andere Baumarten im Naturwald kaum eine wesentliche Rolle spielen, kommen in Berglagen mit verhältnismäßig niedrigen Sommertemperaturen und hohen Jahresniederschlagsmengen vor (vgl. Stationen Üetliberg, Albisbrunn in Tab. 9). Diese Gebiete treten in der Wuchsklimakarte in den kühlen bis kalten Lagen (Stufen IV–III) in Erscheinung.

Zwischen den natürlichen Eichen-Hainbuchenwäldern mit Buche der sehr warmen Gebiete und den reinen Buchenwäldern der kühlen bis kalten höheren Lagen sind alle Übergänge der Baumartenzusammensetzung möglich.

Aufgrund der Stationen Kloten, der früheren Meteorologischen Zentralanstalt (MZA I) und des Botanischen Gartens der Stadt Zürich, die nach Tabelle 9 im Eichen-Buchenwaldgebiet liegen, wurde den warmen und mäßig warmen Klimalagen (Stufen VII/VII–VI) der Eichen-Buchenwald zugeordnet, in dem die Buche zwar dominiert, die Eiche jedoch einen nennenswerten Anteil hat.

Für die mittleren und mäßig kühlen Klimalagen (Stufen VI und V) wird ein Buchenwald mit Eiche angenommen, in dem die Buche dominiert und die Eiche noch öfters vorkommt.

So interpretiert, ist die Wuchsklimakarte also als Höhenstufenkarte der natürlichen Waldvegetation zu lesen.

C. Zum Klimaxproblem in der Umgebung von Zürich

Unter der (klimatischen) Klimaxgesellschaft wird nach BRAUN-BLANQUET die Gesellschaft verstanden, die sich unter den herrschenden klimatischen Bedingungen als Endglied der Vegetationsentwicklung auf ausgereiften Böden (der Bodenklimax) einstellt.



Abb. 24 Gliederung der Klimaxvegetation in der Umgebung von Zürich.

- 1 = Eichen-Hainbuchenwald mit Buche
- 2 = Buchenwälder mit mehr oder weniger hohem Eichen-Anteil
- 3 = Reiner Buchenwald

Als ausgereifte Böden dürfen in der Umgebung von Zürich die Braunerden gelten, die z. B. im Lehrwald frischen Buchenmischwald tragen. An der Lägern, deren Gebiet von der Wuchsklimakarte noch berührt wird, sind teils Kalkgesteine, teils saure Deckenschotter bodenbildend, so daß dort jeweils andere Klimaxgesellschaften zu erwarten sind.

Im Gegensatz zu den Klimaxgesellschaften stehen die sogenannten Dauer- gesellschaften (oder edaphischen Klimaxgesellschaften), die das klimabedingte Endstadium der Vegetationsentwicklung nie erreichen, weil extreme Standorts- verhältnisse wie Stauwasser und Erosion sie daran hindern (BRAUN-BLANQUET 1928–1964, ETTER 1947a). Als solche sind der im Lehrwald ausgeschiedene Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge (1), sämtliche Gesellschaften auf stauwasserbeeinflußten Böden (4–7) und alle Einheiten der nachschaffenden Steilhänge (a–g) zu bezeichnen. Der typische Traubeneichen-Buchenwald (2) steht auf der Grenze zwischen der klimatischen Klimax (3) und der Vegetation der trockenen Sonderstandorte.

Bei den klimatischen Klimaxgesellschaften ändert sich die Baumartenzusam- mensetzung mit der Wärmestufe. Dies wurde im vorangehenden Abschnitt am Beispiel des frischen Buchenmischwaldes auf normal drainierten, basenreichen Braunerden gezeigt und findet in Abbildung 24 eine zusammenfassende Dar- stellung. Diese entstand dadurch, daß aus der Wuchsklimakarte die Grenzen zwischen den Wärmestufen VII und VIII bzw. V und V–IV gemäß Tabelle 14 herausgezogen wurden. Sie zeigt also die Verbreitung des Eichen-Hainbuchen- waldes mit Buche, des Buchenwaldes mit mehr oder weniger hohem Eichen- anteil und des reinen Buchenwaldes in der Umgebung von Zürich.

Die Traubeneichen-Buchenwälder (1 und 2) sind in derselben Wärmestufe jeweils eichenreicher als die frischen Buchenmischwälder.

V. Waldbauliche Anwendung der Ergebnisse

Das Ziel waldbaulicher Tätigkeit besteht in der nachhaltigen Erzeugung möglichst großer Mengen wertvollen Holzes auf wirtschaftlichem Wege (LEIBUNDGUT 1954).

Nach LEIBUNDGUT (1951) sucht der heutige Waldbau seine Technik aus dem Naturwald abzuleiten, weil in standortsgemäßen Beständen die Forderung der Nachhaltigkeit und das Gebot der Wirtschaftlichkeit am besten erfüllt werden. Die Baumartenwahl ist demnach auf die standortsgemäßen Baumarten beschränkt. Als solche gelten einerseits die im Naturwald vorkommenden standortsheimischen, andererseits die gesellschaftsfremden, jedoch standortstauglichen Baumarten (« Gastbaumarten »), deren Fehlen im Naturwald hauptsächlich mit den Konkurrenzverhältnissen zusammenhängt.

Innerhalb der durch den Standort bestimmten artenmäßigen Zusammensetzung des Bestandes (Mischungsart) können mengenmäßiger Anteil (Mischungsgrad) und Verteilung der einzelnen Baumarten (Mischungsform) im Wirtschaftswald verändert werden. « Niemals aber darf sich der Wirtschaftswald in seinem Aufbau weiter vom Naturwald entfernen, als daß die optimalen Wechselwirkungen zwischen Waldbestand und Standort hinreichend gesichert erscheinen » (LEIBUNDGUT 1954).

Bei der Festlegung von Mischungsgrad und Mischungsform hat der Wirtschaftler im konkreten Fall nach LEIBUNDGUT (1963) den Lichtbedarf, den Wachstumsverlauf, die Konkurrenzkraft und das erreichbare Alter der Baumarten zu berücksichtigen. Die Ertragsfähigkeit des Standortes muß durch die gewählte Baumartenmischung voll ausgenützt werden. Dazu ist in jedem Fall auch die spezielle Ausbildung der Bodenform in Betracht zu ziehen.

Mit den vorliegenden Untersuchungen werden Baumartenzusammensetzung und standörtliche Eigenschaften von natürlichen Waldgesellschaften beschrieben und ihre Verteilung im Gelände festgestellt. Der Wirtschaftler erhält somit vegetations- und standortkundliche Unterlagen für die waldbauliche Planung.

Aufgrund dieser Ergebnisse sowie unter Berücksichtigung von Beobachtungen über Verjüngungsfähigkeit, Konkurrenzkraft und Leistung einzelner Baumarten auf verschiedenen Standorten können gutachtliche Empfehlungen für die Baumartenwahl im Wirtschaftswald gemacht werden.

Abbildung 25 gibt eine Übersicht über die mutmaßlich natürliche Baumartenzusammensetzung der einzelnen Gesellschaften und über die möglichen Anteile der Baumarten im Wirtschaftswald für mittlere und kühle Klimatalagen (vgl.

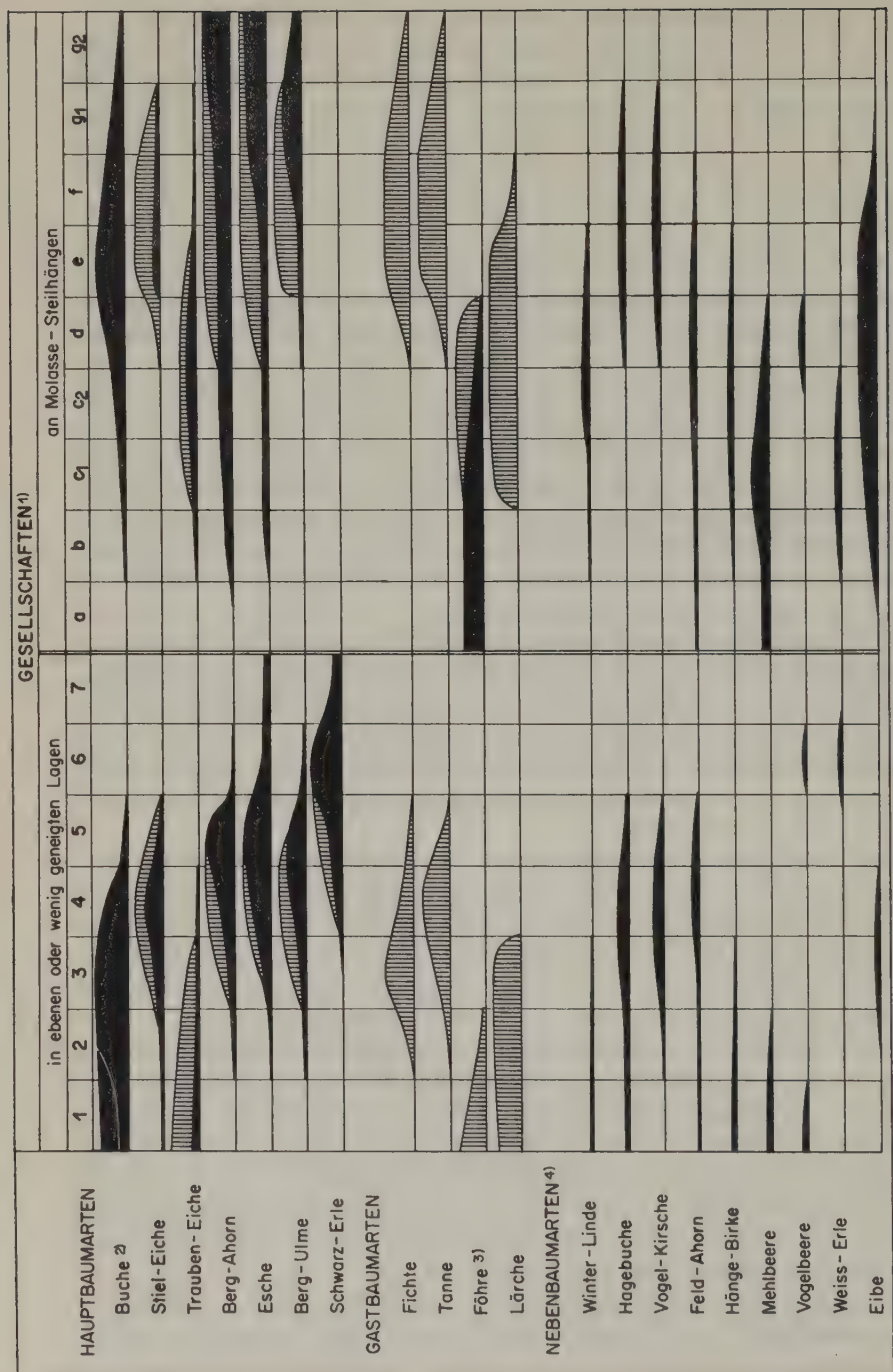


Abb. 25 Anteile (Deckungsgrad) der wichtigsten Baumarten in den Waldgesellschaften des Lehrwaldes. Schwarz = Naturwald, schraffiert = Wirtschaftswald. 1) vgl. Vegetationskarte des Lehrwaldes Albsriederberg der ETH, 2) die weiße Linie bedeutet, daß der Anteil im Wirtschaftswald infolge geringer Leistung verringert werden kann, 3) an Steilhängen natürlich, 4) der Anteil der Nebenbaumarten, namentlich Winterlinde, Hagebuche und Vogelkirsche kann im Wirtschaftswald beliebig erhöht werden.

Kap. IV). Für die warmen Lagen müßten die Werte für den Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge, den typischen Traubeneichen-Buchenwald und den frischen Buchenmischwald entsprechend abgeändert werden. Die Angaben für Gastbaumarten gelten unter der Voraussetzung, daß ein angemessener Nebenbestand aus standortsheimischen Baumarten vorhanden ist, daß ein geeigneter Baumartenwechsel stattfindet und daß eine entsprechende Pflege gewährleistet ist (LEIBUNDGUT 1966).

VI. Zusammenfassung

1. Anhand einer großen Anzahl von Vegetationsaufnahmen wurden die Waldbestände des standörtlich sehr mannigfaltigen Lehrwaldes Albisriederberg der ETH in 14 Vegetationseinheiten gegliedert. Diese wurden durch tabellarischen Vergleich gewonnen und gelten zunächst nur lokal (Tab. 1–4). Im Maßstab 1 : 5000 wurden sie kartiert. Die ausgeschiedenen Gesellschaften sind nicht durch Charakterarten, sondern durch die Kombination mehrerer soziologischer Artengruppen (Differentialartengruppen) gekennzeichnet. Sie wurden mit Lokalnamen belegt, welche möglichst die natürliche Baumarten-Zusammensetzung ausdrücken.

2. Das natürliche Baumartengefüge wurde aus verschiedenen Quellen erschlossen, insbesondere aus bodenkundlichen Untersuchungen, aus dem ökologischen Zeigerwert der Differentialarten sowie aus Beobachtungen der Verjüngung und des Konkurrenzverhaltens der Baumarten.

3. In **ebenen oder wenig geneigten Lagen** gedeihen Waldgesellschaften, die von trockenen bis zu nassen Standorten eine ökologische Reihe bilden (Kap. IIC). Zunehmende Feuchtigkeit geht im Untersuchungsgebiet meistens parallel mit zunehmendem Tongehalt und Basenreichtum. Im einzelnen wurden hier folgende Einheiten unterschieden, die im weiteren Text – der Kürze halber – mit arabischen Ziffern bezeichnet seien:

- (1) Traubeneichen-Buchenwald mit Bergsegge
- (2) Typischer Traubeneichen-Buchenwald
- (3) Frischer Buchenmischwald
- (4) Stieleichen-Hagebuchenwald
- (5) Ahorn-Eschenwald
- (6) Eschen-Erlenwald
- (7) Quellsumpf

Die Gesellschaften (1)–(3) sind buchenreiche, (5)–(7) dagegen buchenfreie Laubmischwälder; (4) vermittelt als buchenarme Gesellschaft zwischen der ersten und zweiten Gruppe. Der frische Buchenmischwald (3) darf als Klimax-Gesellschaft gelten.

4. Auf Standorten der Gesellschaften (2)–(4) sind im Lehrwald stellenweise Fichte (*Picea abies*) oder Tanne (*Abies alba*) künstlich zur Dominanz gebracht worden. Diese Kunstbestände weisen auch in der Strauch-, Kraut- und Moosschicht eine veränderte Artenkombination auf (Kap. IIE, Tab. 5). Sie ließen sich jedoch größtenteils mit natürlichen Laubwaldgesellschaften parallelisieren und dementsprechend kartieren.

5. An den mehr oder minder **steilen Hängen** des Üetliberges gedeiht ein anderer Gesellschaftskomplex, der von durchwegs kalkreichen, mehr oder weniger sandhaltigen Molassemergeln mit großer nachschaffender Kraft geprägt wird. Es handelt sich um Dauergesellschaften, die eine ökologische Reihe von ausgesprochen wechsell Trockenen bis zu dauernd nassen Standorten bilden (Kap. IID). Diese seien im folgenden kurz mit kleinen lateinischen Buchstaben bezeichnet.

- (a) Pfeifengras-Hangföhrenwald
- (b) Buchen-Hangföhrenwald
- (c) Mehlsbeeren-Hangbuchenwald mit Pfeifengras
- (d) Typischer Mehlsbeeren-Hangbuchenwald

- (e) Frischer Hangbuchenmischwald
- (f) Hang-Ahorn-Eschenwald
- (g) Hang-Ahorn-Eschenwald mit Riesenschachtelhalm

6. Die im Lehrwald erarbeitete Vegetationsgliederung ist für die weitere Umgebung von Zürich und überhaupt für große Teile des schweizerischen Mittellandes gültig. Auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen würde hier der frische Buchenmischwald (3) von Natur aus bei weitem vorherrschen. Das kommt auf der im Maßstab 1:25000 aufgenommenen Karte der potentiellen natürlichen Vegetation der Umgebung von Zürich zum Ausdruck. Auf dieser Karte sind nur 10 Einheiten unterschieden worden (Kap. III), wobei einige der im Lehrwald getrennt kartierten Einheiten zusammengefaßt werden mußten. Diese sind in der folgenden Übersicht in Klammern beigelegt.

- Föhrenwälder (a)
- Föhren-Buchenwälder (b)
- Buchen-Steilhangwälder (c-e)
- Buchenmischwälder (1-3)
- Feuchtere Laubmischwälder (meist 4)
- Ahorn-Eschenwälder (5, teils 6)
- Ahorn-Eschen-Steilhangwälder (f, g)
- Bruchwälder (meist richtige Brücher, teils 6 und 7)
- Flußauenkomplex
- Schluchtwaldkomplex (c-f und 1-7 in kleinmosaikartigem Wechsel) und bachbegleitende Erlenwälder

Die letztgenannten Vegetationskomplexe kommen im Lehrwald nicht vor. Die heute waldfreien Gebiete wurden nach dem ökologischen Zeigerwert der Grünlandpflanzen und nach bodenkundlichen Gesichtspunkten beurteilt.

7. Die natürliche Höhenstufung der Vegetation in der Umgebung von Zürich macht sich in der natürlichen Baumarten-Zusammensetzung bemerkbar, kommt aber in der Waldbodenflora nicht so deutlich zum Ausdruck, daß sie darnach kartiert werden könnte. Deshalb wurden die wärmebedingten Höhenstufen der Vegetation mit Hilfe phänologischer Beobachtungen abgegrenzt.

«Phänologische Zustandsstufen», die als relative Wärmestufen gelten können, wurden viermal kartiert und zu einer «Wuchsklimakarte» zusammengefaßt. Diese läßt sich im Hinblick auf die natürliche Baumarten-Zusammensetzung interpretieren.

8. Für die mittleren und kühlen Klimlagen werden die natürlichen Baumartengarnituren der beschriebenen Gesellschaften dargestellt und gutachtliche Empfehlungen für die Baumartenwahl im naturgemäßen Wirtschaftswald abgegeben (Abb. 25, S. 78).

VII. Literaturverzeichnis

- BERTSCH, K., 1959: Moosflora von Südwestdeutschland. 2. Aufl. Stuttgart, 234 S.
- BINZ, A., 1966: Schul- und Exkursionsflora der Schweiz. 12. Aufl., bearb. v. A. BECHERER. Basel, 392 S.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1932: Zur Kenntnis nordschweizerischer Waldgesellschaften. Beih.bot. Cbl. 49, 7–42.
- 1964: Pflanzensoziologie. Wien 1928, 2. Aufl. Wien 1951, 3. Aufl. Wien 1964, 865 S.
- BROCKMANN-JEROSCH, H. u. M., 1910: Die natürlichen Wälder der Schweiz. Ber.schweiz.bot. Ges. 19, 171–224.
- DAFIS, S. A., 1962: Struktur- und Zuwachsanalysen von natürlichen Föhrenwäldern. Beitr. geobot.Landesaufn.Schweiz 41, 86 S.
- ELLENBERG, H., 1939: Über Zusammensetzung, Standort und Stoffproduktion bodenfeuchter Eichen- und Buchen-Mischwaldgesellschaften Nordwestdeutschlands. Mitt.florist.-soziol. Arb. gem. Niedersachsen 5, 3–135.
- 1954: Naturgemäße Anbauplanung, Melioration und Landespflege. Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie III. Stuttgart, 109 S.
- 1954a: Pflanzengemäße Klimagliederung von SW-Deutschland. Hg. Akad.Raumforschung u.Landesplanung.
- 1956: Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Phytologie IV/1, hg. v. H. WALTER. Stuttgart, 136 S.
- 1961: Vorläufige Übersicht und Bestimmungsschlüssel der naturnahen Waldgesellschaften des Lehrreviers der ETH. Vervielfält.Manusk. 3 S.
- 1963: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Phytologie IV/2, hg. v. H. WALTER. Stuttgart, 943 S.
- 1965: Wuchsklimakarte von Baden-Württemberg. In: Deutscher Planungsatlas, Band Baden-Württemberg. Hg. Akad.Raumforschung u. Landesplanung und Innenminist. Baden-Württemberg – Landesplanung.
- u. Mitarb., in Bearbeitung: Methodische Untersuchungen zur Auswertung von Vegetationsaufnahmen mit Hilfe von Sichtlochkarten. – Bestimmungsschlüssel und systematische Übersicht der schweizerischen Waldgesellschaften auf Grund von etwa 5000 pflanzensoziologischen Aufnahmen.
- ETTER, H., 1943: Pflanzensoziologische und bodenkundliche Studien an schweizerischen Laubwäldern. Mitt.schweiz.Anst.forstl.Versuchsw. 23, 5–132.
- 1947: Vegetationskarte des Sihlwaldes der Stadt Zürich. Z.schweiz.Forstver.Beih. 24, 22 S.
- 1947a: Über die Waldvegetation am Südostrand des schweizerischen Mittellandes. Mitt.schweiz.Anst.forstl.Versuchsw. 25, 141–210.
- et MORIER-GENOUD, P.-D., 1963: Etude phytosociologique des forêts du canton de Genève. Mitt.schweiz.Anst.forstl.Versuchsw. 39, 2, 117–148.
- FABIJANOWSKI, J., 1950: Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Exposition, Relief, Mikroklima und Vegetation in der Fallätsche bei Zürich. Beitr.geobot.Landesaufn. Schweiz 29, 104 S.
- FREHNER, H. K., 1963: Waldgesellschaften im westlichen Aargauer Mittelland. Beitr.geobot. Landesaufn.Schweiz 44, 96 S.
- FREI, E., u. JUHASZ, P., 1963: Beitrag zur Methodik der Bodenkartierung und der Auswertung von Bodenkarten unter schweizerischen Verhältnissen. Schweiz.landwirtsch.Forschung II, 3, 249–307.
- GÖRS, S., 1961: Das Pfrunger Ried. Die Pflanzengesellschaften eines oberschwäbischen Moorgebietes. Veröff.württ.Landesst.Naturschutz u. Landschaftspflege 27/28, 5–45.

- HAUFF, R., SCHLENKER, G., u. KRAUSS, G.A., 1950: Zur Standortsgliederung im nördlichen Oberschwaben. *Allg.Forst- u. Jagdztg* 122, 27 S.
- KÄSTNER, M., 1941: Über einige Waldsumpfgesellschaften, ihre Herauslösung aus den Waldgesellschaften und ihre Neueinordnung. *Beih.bot.Cbl.* 61B, 137–207.
- KLÖTZLI, F., 1965: Qualität und Quantität der Rehäsung in Wald- und Grünland-Gesellschaften des nördlichen Schweizer Mittellandes. *Veröff.geobot.Inst.ETH Stiftung Rübel* 38, 186 S.
- 1966: Kartierungsschlüssel für die natürlichen Waldgesellschaften am Zürichberg. *Manuskr.*
- 1967: Die heutigen und neolithischen Waldgesellschaften der Umgebung des Burgäschisees mit einer Übersicht über nordschweizerische Bruchwälder. *Acta Bernensia* II/4, 105–123.
- in Bearbeitung: Streuwiesen und Moore der Nordschweiz und ihre Grundwasserverhältnisse.
- KREBS, E., 1947: Die Waldungen der Albis- und Zimmerbergkette. *Winterthur*, 329 S.
- KUBIŠNA, W.L., 1953: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. *Stuttgart*, 392 S.
- KUHN, N., 1962: Der Einfluß der Höhenstufung auf Laubmischwaldgesellschaften im Lehrrevier der ETH. *Dipl.arb. ETH*, unveröffentl. 28 S.
- KUOCH, R., 1954: Wälder der Schweizer Alpen im Verbreitungsgebiet der Weißtanne. *Mitt.schweiz.Anst.forstl.Versuchsw.* 30, 133–260.
- LEIBUNDGUT, H., 1951: Aufbau und waldbauliche Bedeutung der wichtigsten natürlichen Waldgesellschaften in der Schweiz. *Bern*, 102 S.
- 1954: Wald und Waldbau in der Schweiz. *Schweiz.Z.Forstwes.* 105, 501–519.
- 1963: Baumartenwahl. *Schweiz.Z.Forstwes.* 114, 268–284.
- 1966: Die Waldpflege. *Bern*, 192 S.
- u. DAFIS, S., 1963: Untersuchungen über Grundwasserverhältnisse im Lehrwald Albisriedenberg. *Schweiz.Z.Forstwes.* 114, 43–59.
- LOHMEYER, W., 1957: Der Hainmieren-Schwarzerlenwald (Stellario-Alnetum glutinosae KÄSTNER 1938). *Mitt.florist.-soziol.Arb.gem.NF* 6/7, 247–257.
- LÜDI, W., 1920: Die Sukzession der Pflanzenvereine. *Mitt.natf.Ges. Bern* 1919, 9–88.
- 1930: Die Methoden der Sukzessionsforschung in der Pflanzensoziologie. *Hdb.biol.Arbeitsmeth.* 11, 5, 527–728.
- 1935: Zur Frage des Waldklimaxes in der Nordschweiz. *Ber.geobot.Forsch.inst.Rübel, Zürich* 1934, 15–49.
- u. STÜSSI, B., 1941: Die Klimaverhältnisse des Albisgebietes. *Veröff.geobot.Inst.Rübel, Zürich*, 18, 69 S.
- MOOR, M., 1952: Die Fagion-Gesellschaften des Schweizer Jura. *Beitr.geobot.Landesaufn. Schweiz* 31, 201 S.
- NEUHÄUSL, R., 1966: Fichtenanbau in der Fagion-Stufe und die dadurch verursachten Vegetations- und Standortsänderungen. In: *Anthropogene Vegetation, Ber.Int.Symposium Stolzenau/Weser* 1961, Den Haag, 398 S.
- OBERDORFER, E., 1957: Süddeutsche Pflanzengesellschaften. *Pflanzensoziol. (Jena)* 10, 564 S.
- 1962: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland und die angrenzenden Gebiete. 2. Aufl. *Stuttgart*, 987 S.
- unter Mitarb. v. GÖRS, S., KORNECK, D., LOHMEYER, W., MÜLLER, TH., PHILIPPI, G., u. SEIBERT, S., 1967: Systematische Übersicht der westdeutschen Phanerogamen- und Gefäßkryptogamen-Gesellschaften. Ein Diskussionsentwurf. *Schr.Reihe Vegetationskde.* 2, 7–62, Bad Godesberg.
- OTT, E., 1966: Über den Einfluß der Durchforstung auf ökologische Faktoren. *Beih.Z.schweiz. Forstver.* 40, 96 S.
- PALLMANN, H., RICHARD, F., u. BACH, R., 1948: Über die Zusammenarbeit von Bodenkunde und Pflanzensoziologie. 10^e Congr.Un.internat.Inst.Rech.forest.Zurich, 57–96.
- PASSARGE, H., 1959: Vegetationskundliche Untersuchungen in den Wäldern der Jungmoränenlandschaft um Dargun/Ostnecklenburg. *Arch.Forstwes.* 8, 1–74.
- PRIMAULT, B., 1957: Contribution à l'étude des réactions végétales aux éléments météorologiques (l'apparition du printemps dans le canton de Neuchâtel de 1951 à 1954). *Bull.Soc. neuchâteloise des Sc.nat.* 80, 115–162.

- REHDER, H., 1962: Der Girstel – ein natürlicher Pfeifengras-Föhrenwaldkomplex am Albis bei Zürich. Ber.geobot.Inst.ETH, Stiftg Rübel, 33, 17–64.
- 1964: Wärmestufen, geologische Unterlage und Verbreitung einzelner Arten und Pflanzengesellschaften im Südost-Schwarzwald. Arb.landw.Hochschule Hohenheim 30, 125–144 (Festschr. H. WALTER, Beitr. zur Phytologie, Hg. K. H. KREEB).
- RICHARD, F., 1950: Böden auf sedimentären Mischgesteinen im schweizerischen Mittelland. Mitt.schweiz.Anst.forstl.Versuchsw. 26, 751–836.
- 1953: Über die Verwertbarkeit des Bodenwassers durch die Pflanze. Mitt.schweiz.Anst.forstl.Versuchsw. 29, 17–37.
- s. a.: Die Böden im Aegeriried. In: Das Naturschutzreservat Aegeriried, Hg. A. MERZ.
- SCAMONI, A., 1960: Waldgesellschaften und Waldstandorte, dargestellt am Gebiet des Diluviums der Deutschen Demokratischen Republik. Berlin, 326 S.
- u. PASSARGE, H., 1959: Gedanken zu einer natürlichen Ordnung der Waldgesellschaften. Arch.Forstwes. 8, 386–426.
- STAMM, E., 1938: Die Eichen-Hainbuchenwälder der Nordschweiz. Beitr.geobot.Landesaufn. Schweiz 22, 163 S.
- SUTER, H., u. HANTKE, R., 1962: Geologie des Kantons Zürich. Zürich, 172 S.
- SCHLÜTER, H., 1965: Vegetationskundliche Untersuchungen an Fichtenforsten im mittleren Thüringer Wald. Die Kultur-Pflanze 13, 55–99.
- SCHMID, E., 1936: Die Reliktföhrenwälder der Alpen. Beitr.geobot.Landesaufn.Schweiz 21, 190 S.
- 1944: Vegetationskarte der Schweiz, Blatt Nr. 2. Hg. Pfl.geogr.Komm.schweiz.natf.Ges. Bern.
- SCHÖNHAR, S., 1952: Untersuchungen über die Korrelation zwischen der floristischen Zusammensetzung der Bodenvegetation und der Bodenazidität sowie anderen chemischen Bodenfaktoren. Mitt.Ver.forstl.Standortskartierung 2, 1–23.
- 1955: Untersuchungen über das mengenmäßige Auftreten von Nitrat- und Ammoniakstickstoff in Böden verschiedener Waldstandorte. Forstwiss.Cbl. 74, 129–192.
- SCHREIBER, K. F., 1967, im Druck: Die Wärmeverhältnisse des Kantons Waadt und ihre Gliederung im Maßstab 1:100000. Beitr.geobot.Landesaufn.Schweiz 49.
- SCHÜEPF, M., 1960: Klimatologie der Schweiz, C, Lufttemperatur, 1. Teil. Beih. Ann. Schweiz. Meteorolog. Zentralanst. Jg. 1959, 14 S.
- TÜXEN, R., 1950: Neue Methoden der Wald- und Forstkartierung. Mitt.florist.-soziol.Arb.gem. NF 2, 217–219.
- 1956: Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. Angew.Pflanzensoziol. (Stolzenau/Weser) 13, 3–42.
- UTTINGER, H., 1965: Klimatologie der Schweiz, E, Niederschlag, 1.–3. Teil. Beih. Ann. Schweiz. Meteorolog. Zentralanst. Jg. 1964, 124 S.
- WETTSTEIN, A., 1885: Geologie von Zürich und Umgebung mit einer geologischen Karte und einer Tafel. Zürich, 84 S.
- «WILDKARTE», 1865: Karte des Kantons Zürich im Maßstab 1:25000, nach den in den Jahren 1843 bis 1851 gemachten Aufnahmen, von 1852 bis 1865 auf Stein graviert im topographischen Bureau in Zürich.
- WINTERHOFF, W., 1963: Vegetationskundliche Untersuchungen im Göttinger Wald. Nachr. Akad. Wissensch. Göttingen, 1962, 2, 21–79.
- ZOLLER, H., 1951: Das Pflanzenkleid der Mergelsteilhänge im Weißensteingebiet. Beitrag zur Kenntnis natürlicher Reliktvegetation in der montan-subalpinen Stufe des Schweizerjuras. Ber.geobot.Forsch.inst. Rübel, Zürich 1950, 67–95.
- 1954: Die Typen der Bromus erectus-Wiesen des Schweizer Jura. Beitr.geobot.Landesaufn. Schweiz 33, 309 S.
- 1962: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsentwicklung tiefelegener Weißtannenwälder im Schweizerischen Mittelland. Veröff.geobot.Inst.ETH, Stiftg Rübel 37, 346–358.

Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der Eidg. Techn. Hochschule, Stiftung Rübel, in Zürich

- 1a. (Beiblatt). *Curvuletum*
Von E. RÜBEL. 1922 (vergr.)
- 2a. (Beiblatt). *Betrachtung über einige pflanzensoziologische Auffassungsdifferenzen, Verständigungsbeitrag Schweden-Schweiz*
Von E. RÜBEL. 1925. Fr. 1.—
- 3a. (Beiblatt). *Vorschläge zur Untersuchung von Buchenwäldern*
Von E. RÜBEL. 1925. Fr. 1.—
- 4a. *The present state of geobotanical research in Switzerland*
Von E. RÜBEL. 1928. Fr. 1.—
1. *Ergebnisse der internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch die Schweizer Alpen 1923*
Redigiert von EDUARD RÜBEL. 1924. Fr. 8.— (statt 12.—)
2. *Vegetationsstudien im Limmattal*
Von MAX SCHERRER. 1925 (vergr.)
3. *Festschrift Carl Schröter*
Redigiert von HEINRICH BROCKMANN-JEROSCH. 1925 (vergr.)
4. *Ergebnisse der internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch Schweden und Norwegen 1925*
Redigiert von EDUARD RÜBEL. 1927. Fr. 8.— (statt Fr. 18.—)
5. *Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizer Mooren und ihre florensgeschichtliche Deutung*
Von PAUL KELLER. 1928. Fr. 5.— (statt Fr. 9.—)
6. *Ergebnisse der internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch die Tschechoslowakei und Polen 1928*
Redigiert von EDUARD RÜBEL. 1930. Fr. 7.— (statt Fr. 16.50)
7. *Die Flora Graubündens*
Von JOSIAS BRAUN-BLANQUET und EDUARD RÜBEL. Fr. 48.— (statt Fr. 90.—)
8. *Die Buchenwälder Europas*
Redigiert von EDUARD RÜBEL. 1932. Fr. 10.— (statt Fr. 25.—)
9. *Die postglaziale Entwicklungsgeschichte der Wälder von Norditalien*
Von PAUL KELLER. 1931. Fr. 4.— (statt Fr. 10.50)
10. *Ergebnisse der internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch Rumänien 1931*
Redigiert von EDUARD RÜBEL. 1933. Fr. 3.— (statt Fr. 9.—)
11. *Das Grosse Moos im westschweizerischen Seeland und die Geschichte seiner Entstehung*
Von WERNER LÜDI. 1935. Fr. 8.— (statt Fr. 19.80)

12. **Ergebnisse der internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch Mittelitalien 1934**
Redigiert von EDUARD RÜBEL. Fr. 4.— (statt Fr. 10.—)
13. **Anton Schneeberger (1530–1581), ein Schüler Konrad Gesners in Polen**
VON BOLESŁAW HRYNIEWIECKI. 1938. Fr. 2.— (statt Fr. 3.50)
14. **Ergebnisse der internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch Marokko und Westalgerien 1936**
Redigiert von EDUARD RÜBEL und WERNER LÜDI. 1939. Fr. 5.— (statt Fr. 12.50)
15. **Die Geschichte der Moore des Sihltals bei Einsiedeln**
VON WERNER LÜDI. 1939. Fr. 3.— (statt Fr. 7.50)
16. **Zur Geschichte des Waldes im Oberhasli (Berner Oberland)**
VON EMIL HESS. 1940. Fr. 3.— (statt Fr. 8.—)
17. **Stratigraphie und Waldgeschichte des Wauwilermooses**
VON H. HÄRRI. 1940. Fr. 3.— (statt Fr. 7.50)
18. **Die Klimaverhältnisse des Albisgebiets**
VON WERNER LÜDI und BALTHASAR STÜSSI. 1941. Fr. 2.— (statt Fr. 4.—)
19. **Die pollenanalytische Untersuchung der Gletscherbewegung**
VON VOLKMAR VARESCI. 1942. Fr. 4.— (statt Fr. 9.—)
20. **Die Ostgrenze Fennoskandiens in pflanzengeographischer Beziehung**
VON Dr. AARNO KALELA. 1943. Fr. 2.— (statt Fr. 4.—)
21. **Pollenanalytische, stratigraphische und geochronologische Untersuchungen aus dem Faulenseemoos bei Spiez**
VON MAX WELTEN. 1944. Fr. 5.— (statt Fr. 12.50)
22. **Les associations végétales de la vallée moyenne du Niger**
Par GUY ROBERTY. 1946. Fr. 5.— (statt 12.—)
23. **Die Pflanzengesellschaften der Schynige Platte bei Interlaken und ihre Beziehungen zur Umwelt**
VON WERNER LÜDI. 1948. Fr. 12.— (statt Fr. 25.—)
24. **Die Geschichte der Moore und Wälder am Pilatus**
VON PAUL MÜLLER. 1949. Fr. 5.— (statt Fr. 9.50)
25. **Die Pflanzenwelt Irlands (The flora and vegetation of Ireland)**
Redigiert von WERNER LÜDI. 1952. Fr. 15.— (statt Fr. 25.50)
26. **Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Simmentals**
VON MAX WELTEN. 1952. Fr. 11.50
27. **Die Pflanzenwelt des Eiszeitalters im nördlichen Vorland der Schweizer Alpen**
VON WERNER LÜDI. 1953. Fr. 18.—
28. **Die Arten der *Bromus erectus*-Wiesen des Schweizer Juras**
VON HEINRICH ZOLLER. 1954. Fr. 25.—
29. **Aktuelle Probleme der Pflanzensoziologie**
Herausgegeben von W. LÜDI. 1954. Fr. 10.50

30. **Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen**
Von PAUL MÜLLER. 1955. Fr. 12.50
31. **Die Pflanzenwelt Spaniens (I. Teil)**
Redigiert von WERNER LÜDI. 1956. Fr. 28.—
32. **Die Pflanzenwelt Spaniens (II. Teil)**
Von R. TÜXEN, unter Mitarbeit von E. OBERDORFER. 1958. Fr. 37.—
33. **Festschrift Werner Lüdi**
Redigiert von M. WELTEN und H. ZOLLER. 1958. Fr. 26.80
34. **Verhandlungen der vierten internationalen Tagung der Quartärbotaniker in der Schweiz 1957**
Herausgegeben von WERNER LÜDI. 1958. Fr. 16.50
35. **Ergebnisse der internationalen pflanzengeographischen Exkursion durch die Ostalpen 1956**
Redigiert von WERNER LÜDI. 1959. Fr. 15.—
36. **Die Pflanzenwelt der Tschechoslowakei**
Ergebnisse der 12. internationalen pflanzengeographischen Exkursion (IPE) durch die Tschechoslowakei 1958. Redigiert von WERNER LÜDI. 1961. Fr. 18.50
37. **Festschrift Franz Firbas**
Redigiert von W. LÜDI und O. L. LANGE. 1962. Fr. 47.50
38. **Qualität und Quantität der Rehäsung in Wald- und Grünland-Gesellschaften des nördlichen Schweizer Mittellandes**
Von F. KLÖTZLI. 1965. Fr. 44.—
39. **Vegetations- und bodenkundliche Methoden der forstlichen Standortskartierung**
Ergebnisse eines internationalen Methodenvergleichs im Schweizer Mittelland
Herausgegeben von H. ELLENBERG. 1967. Fr. 32.—
40. **Natürliche Waldgesellschaften und Waldstandorte der Umgebung von Zürich**
Von N. KUHN. 1967. Fr. 45.—

Gesamtpreis für Beiblätter 2-4 und Hefte 1 und 4-25: Fr. 120.— (statt Fr. 367.30)

Gesamtpreis für Beiblätter 2-4 und Hefte 1 und 4-40: Fr. 400.— (statt Fr. 755.10)

Die Hefte sind zu beziehen beim Geobotanischen Institut ETH, Stiftung Rübel,
Zürichbergstr. 38, CH - 8044 Zürich

[The page contains extremely faint, illegible text, likely bleed-through from the reverse side. The text is organized into several paragraphs and possibly a list or table structure, but the characters are too light to transcribe accurately.]

